Aus dem Zoologischen Institut der Universität Rostock.

Über die

Bastardbildung bei Strongylocentrotus lividus (♂)

und

Sphaerechinus granularis (♀).

Inaugural-Dissertation

zur

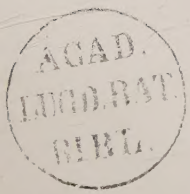
Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt von

Herbert Steinbrück.



Mit drei Tafeln.

Leipzig

Wilhelm Engelmann

1902.

Separatabdruck
aus dem Archiv für Entwickelungsmechanik. Bd. XIV. Heft 1. 1902.

Seiner lieben Mutter

und dem Andenken seines theuren Vaters

gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549202_0004

Angeregt durch die in den letzten Jahren wiederholt ausgeführten, erfolgreichen Versuche, verschiedene Seeigel-Arten mit einander zu kreuzen, habe ich eingehende Untersuchungen über die Bastardbildung der beiden im Titel genannten Formen angestellt. Das reichliche Material zu meiner Arbeit wurde mir von Herrn Prof. Dr. SEELIGER, der die schwierige Züchtung dieser Bastardlarven selbst ausgeführt hatte, gütigst überlassen, und nehme ich an dieser Stelle Gelegenheit, ihm, meinem hochverehrten Lehrer, den herzlichsten Dank auszusprechen für die liebenswürdige Antheilnahme, welche er meiner Arbeit erwiesen und für die Freundlichkeit, mit welcher er mich bei der Ausführung der Untersuchungen unterstützt hat. — Ebenso bin ich Herrn Prof. Dr. WILL für die meiner Arbeit entgegengebrachte freundliche Aufmerksamkeit zu Dank verpflichtet.

Zunächst will ich mit einigen Worten die Untersuchungsmethoden behandeln, welche ich zur Anwendung gebracht habe. Leider war es mir nicht möglich, meine an konservirtem Material vorgenommenen Untersuchungen an lebenden Thieren nachzuprüfen, denn wie SEELIGER (1, pag. 480) betont, ist »für die Kenntnis der äußeren Form und Gestalt der Larven .... die Untersuchung des lebenden Objektes geradezu unerlässlich, da die Konservirung sehr häufig zu Veränderungen derselben führt«. Da sich nun diese »Veränderungen« nur auf die äußere Form beziehen und SEELIGER weiterhin erklärt, dass dieselben bei seinen konservirten Larven im Wesentlichen darin bestanden, »dass eine Annäherung der Armspitzen erfolgte, während die Länge der Larven unverändert blieb«, so folgt daraus, dass die Beschaffenheit des Skelets bei der Untersuchung konservirter Larven ebenso gut erkannt werden kann wie bei lebenden Thieren. Jedenfalls werde ich aber — um Fehler zu vermeiden — auf die äußere Form meiner Larven nicht allzu viel Gewicht legen und nur dann ein bestimmtes Urtheil darüber fällen, wenn durch die Konservirung hervorgerufene wichtige Veränderungen ausgeschlossen sind.

Sämmtliche Larven waren mit Alcohol absol. oder Überosmiumsäure fixirt, in 96%igem Alkohol aufbewahrt worden und gelangten in diesem Zustande zu meiner Untersuchung. Was Färbung, Anfertigung von Dauerpräparaten und Untersuchung der Präparate anbelangt, so verfuhr ich genau nach den von SEELIGER veröffentlichten Methoden, und es ist desshalb überflüssig, auf dieselben hier nochmals näher einzugehen. Bei der Untersuchung der Analarme habe ich es nie unterlassen, das betr. Totalpräparat unter dem Deckglase zu rollen, so dass es unmöglich war, einen oder den anderen Kalkstab zu übersehen. Auch habe ich — SEELIGER's Angaben gemäß — verschiedene *Sphaerechinus*-Larven mit Kalilauge behandelt, die Gewebe dadurch zerstört und die reinen Skelette — besonders das Analarmgerüst — genauester Beobachtung unterzogen.

Die Züchtung meiner Bastardlarven hatte in Triest in der Zeit vom 17. bis 31. Mai stattgefunden, also derjenigen Jahreszeit, in welcher die Geschlechtsprodukte der elterlichen Thiere bekanntlich den Höhepunkt ihrer Reife erlangt hatten. Was das Alter der von mir untersuchten Bastardlarven betraf, so lag dasselbe zwischen 27 Stunden und 8 Tagen. Auch die elterlichen Larven habe ich auf den verschiedensten Altersstadien einer genauen Prüfung unterzogen, sie entwickelten sich im Wesentlichen viel schneller als die Bastardlarven, und da es nun bei meiner Abhandlung darauf ankommt, möglichst gleichwerthige, also auf denselben Entwickelungsstadien befindliche Larven in Parallele zu stellen, so werde ich mich darauf beschränken müssen, von den elterlichen Larven hauptsächlich die hier in Betracht kommenden, also die jüngeren Stadien, zu behandeln.

1. Die Larve von Strongylocentrotus lividus.

Die erste detaillirte Beschreibung der *Strongylocentrotus*-Larve und ihrer weiteren Entwickelung gab JOH. MÜLLER. Er erklärt, diese Larve sei »immer leicht an ihrem hohen, pyramidalen Scheitel, an den keulenförmigen, oft gekreuzten Enden der Kalkstäbe im Scheitel und an dem Mangel des Gitterwerks der Kalkstäbe erkennbar« (7, pag. 14). H. M. VERNON giebt in seiner Abhandlung vom Jahre 1898 (3) ebenfalls eine Beschreibung der Larve von *Strongylocentrotus lividus*; er legt bei der Charakteristik einen Hauptwerth auf die äußere Form der Larve und ganz besonders auf das Verhältnis der Länge der Arme zu derjenigen des Körpers (3, pag. 469). Auf Grund von Messungen, welche er angestellt hat, betont er als

hauptsächlichstes Merkmal den Umstand, dass die *Strongylocentrotus*-Larve einen schlanken, langen Körper habe, dessen Länge derjenigen der Arme ungefähr entspräche.

Ich habe nun im Laufe meiner Untersuchungen die interessante Thatsache feststellen können, dass diese Angaben, welche Joh. Müller und H. M. Vernon machen, durchaus nicht immer zutreffend sind, dass vielmehr die Larven von *Strongylocentrotus lividus* in ihrem ganzen Bau derartig variiren, dass sich ein ganz fest bestimmter Typus für diese Form überhaupt gar nicht aufstellen lässt.

Was die äußere Form der Larven anbetrifft, so will ich nochmals darauf aufmerksam machen, dass ich bei meinen Betrachtungen nicht zu viel Werth auf dieselbe legen werde. Ich will nur bemerken, dass fast alle von mir untersuchten Larven eine Körperform aufwiesen, welche erheblich schlanker war als diejenige der durchschnittlich plumper geformten Larven von *Sphaerechinus granularis*. Als feststehend muss ich jedoch die Thatsache konstatiren, dass es auch eine nicht geringe Zahl von *Strongylocentrotus*-Larven giebt, welche eine viel plumpere Gestalt besitzen; in einigen Fällen beobachtete ich nämlich, dass die Analarme ebenso stark divergirten, wie sie es bei den *Sphaerechinus*-Larven in der Regel zu thun pflegen, manchmal sogar war die Spannweite beider Analarme fast ebenso groß, ja selbst größer als die Entfernung, welche zwischen dem freien Ende eines Analarmes und der äußersten Spitze des Scheitels liegt. Durch Konservirung konnte diese Schwalbenschwanzform aber unmöglich entstanden sein. Die Gewebe, das Kalkskelet und der Darmtractus befanden sich bei diesen Larven in vollkommen intaktem Zustande; ja ich kann vielleicht mit Recht behaupten, dass diese Larven in ihrem Leben eine noch plumpere Gestalt besessen hatten, als dieselben sie jetzt im konservirten Zustande aufwiesen. Die Scheitelenden dieser Thiere waren allerdings in den meisten Fällen spitzer als diejenigen der *Sphaerechinus*-Larven.

Auch die Behauptung Joh. Müller's, welche besagt, der hohe pyramidale Scheitel gehöre »immer« zu den Erkennungszeichen dieser Larve, habe ich als unzutreffend befunden. Ich habe eine ganze Serie von vier Tage alten, wohl entwickelten Larven in Händen gehabt, welche ausnahmslos einen ganz breiten, stumpfen Scheitel aufwiesen, jedoch komme ich auf diesen Punkt bei der Beschreibung der Scheitelstäbe nochmals zurück.

In Fig. 1—3 habe ich drei ungefähr gleich große, in fast dem gleichen Alter stehende Larven gezeichnet. Fig. 1 stellt eine überaus

schlanke Form dar; ich lasse es dahingestellt, ob diese Larve ihre schlanke Form durch die Konservirungsmethode acquirirt hat, jedenfalls habe ich nicht viele derartig schlanker Formen gefunden; die meisten meiner Larven hatten vielmehr die Form, die in Fig. 2 wiedergegeben ist. Sie stellt ungefähr das Mittel dar zwischen Fig. 1 und Fig. 3, welch letztere Zeichnung eine ganz plumpe Larve repräsentirt, und von deren Form ich mit Sicherheit behaupten kann, dass sie im Leben des Thieres schon fast genau ebenso ausgesehen hat. Denn ganz abgesehen davon, dass ich noch mehr Larven von annähernd demselben Aussehen gefunden habe, liegt bei dieser Form das eine Scheitelstabende an der Kreuzungsstelle in einer rinnenartigen Vertiefung des anderen Scheitelstabes — ein Verhältnis, welches ich mitunter auch noch bei anderen Larven fand — und es waren hierdurch, wie ich mich beim Rollen der Larve unter dem Deckglase überzeugte, die beiden lateralen Hälften des Kalkskelets so fest mit einander verbunden, dass diese innige Vereinigung eine erhebliche Veränderung der äußeren Larvenform ohne gleichzeitige Biegung der Kalkstäbe sicherlich nicht gestattet hätte. — Eine weitere ausführliche Beschreibung der äußeren Form und der weiteren Entwickelung dieser Seeigellarve zu liefern wäre zwecklos, da dieselbe bereits durch die Arbeiten von Joh. Müller, Krohn u. A. in allen Einzelheiten bekannt geworden ist. Ich will daher, bevor ich zu den Bemerkungen über das Larvenskelet übergehe, nur noch auf zwei Punkte hinweisen, welche zwar schon Joh. Müller erörtert hat, über welche ich aber etwas andere Beobachtungen gemacht habe.

Es handelt sich nämlich um die diesen Thieren eigenthümliche Pigmentirung sowie um die Wimperschnur. Während nach Joh. Müller die Pigmentirung bei älteren Larven sich besonders stark entwickeln, also der Grad der Pigmentirung gewissermaßen ein Anhaltspunkt bei der Bestimmung des Alters der Larven sein soll, habe ich stets gefunden, dass bei meinen Larven die Pigmentirung sich ebenso variabel verhielt wie fast jede andere Eigenschaft dieser Thiere. Zwar waren meine 50 Stunden alten Larven fast durchweg noch pigmentlos, bei den älteren Thieren habe ich aber im Gegensatze zu Joh. Müller konstatiren können, dass die Zahl der Pigmentflecken bei den Larven ein und derselben Zucht sich ganz verschieden verhielt, ja ich habe eine große Anzahl vier Tage alter und vollkommen normal entwickelter Larven gefunden, welche eine mindestens ebenso starke, ja stärkere Pigmentirung aufwiesen wie 31 Tage alte Thiere. Eine nicht geringe Anzahl von Larven entbehrte

des Pigmentes gänzlich (Fig. 3). Auch der Farbenton dieser Pigmentflecken, welchen MÜLLER einen rothen nennt, war nicht bei allen Larvenzuchten der gleiche, ich habe ihn bald ganz hellbraun, bald schwarzbraun, niemals aber roth gefunden. Von der Variabilität der Pigmentirung wird man sich bei der Betrachtung meiner Bilder überzeugen können.

Was die Wimperschnur anbetrifft, welche bekanntlich den durch das Armgerüst gestützten Schirm der jüngeren Thiere an seinem äußersten Rande umsäumt, so steigt der laterale Bogen derselben nach JOH. MÜLLER bei 16 bis 18 Tage alten Larven, bei welchen sich bereits acht Fortsätze entwickelt haben, an der Seite der Larve in der Richtung gegen den Scheitel in die Höhe. MÜLLER sagt: »Der Bogen der Wimperschnur an der Seite der Pyramide steigt bei diesen Larven viel höher auf als früher, so dass er selbst höher liegt als die Konkavität oder das Gewölbe der Pyramide, während er früher tiefer lag« (7, pag. 18). Ich habe nun bei meinen Untersuchungen, die ich an 31 Tage alten Larven machte, gefunden, dass einige dieser Larven ein solches Aufsteigen des seitlichen Bogens der Wimperschnur noch gar nicht aufwiesen, während ich interessanter Weise bei wenigen erst acht Tage alten Larven feststellen konnte, wie der Bogen der Wimperschnur sich bereits um ein nicht unbeträchtliches Stück vom Rande des Schirmes entfernt hatte.

Was das Skelet[1]) der Larven anbelangt, so benutzt H. M. VERNON, wie schon erwähnt, das Verhältnis der Länge des Armskelets zu der des Rumpfskelets um den Larventypus zu charakterisiren, indem er

---

[1]) Nach SEELIGER wird das den Armen dieser Larven gegenüberliegende Körperende der »Scheitel«, die beiden Kalkstäbe, welche, auf der Analseite verlaufend, den letzteren stützen, werden »Scheitelstäbe« (nach MORTENSEN »Körperstäbe«) genannt (K_1). Die Analarme werden von den »Analstäben« (K_4) — (nach MORTENSEN »Postoralstäben«, 22, 23), die Oralarme von den »Oralstäben« (nach MORTENSEN »vordere Lateralstäbe«) durchzogen (K_2). Die Oralstäbe gehen aus den horizontal verlaufenden, gegen die Abanalseite gerichteten »horizontalen Seitenstäben« (K_5) hervor, welche jedoch von manchen Autoren den Oralstäben zugerechnet werden. Die von der Ursprungsstelle der horizontalen Seitenstäbe gegen die Medianebene der Larven hinziehenden Stäbe heißen »anale Querstäbe« oder nach BOVERI »Mittelstäbe« (K_3) — (nach MORTENSEN »ventrale Querstäbe«). Von der Übergangsstelle der horizontalen Seitenstäbe zu den Oralstäben entspringende, auf der Abanalseite gegen den Scheitel hin verlaufende Kalkäste werden als »abanale Scheitelstäbe« (nach MORTENSEN »rücklaufende Stäbe«) bezeichnet (K_6). Die Stelle, an welcher Scheitelstäbe, horizontale Seitenstäbe und anale Querstäbe, d. h. die drei ältesten Äste des Kalkskelets, entspringen, heißt die »Gabelungsstelle des primären Dreistrahlers« (g).

behauptet, dass bei den *Strongylocentrotus*-Larven das Armskelet ungefähr ebenso lang wie das Rumpfskelet und gerade dieser Umstand ein Hauptunterscheidungsmerkmal dieser Larve von derjenigen des *Sphaerechinus granularis* sei (3, pag. 468). Diese Behauptung darf ich nicht gelten lassen. Wenn ich auch gern zugebe, dass viele der mir in so großer Anzahl zur Verfügung stehenden *Strongylocentrotus*-Larven das von VERNON angegebene Verhältnis aufwiesen (Fig. 2), so war dies doch die bei Weitem geringere Zahl. Ich habe die Larven auf den verschiedensten Entwickelungsstadien untersucht und gefunden, dass auf den ersten Larvenstadien die Entwickelung der Arme meist langsamer vor sich geht als die des Rumpfes, während bei älteren Larven das Verhältnis meist, bei den ältesten stets ein umgekehrtes wird. An bestimmte Regeln ist dies Wachsthum der Arme aber keineswegs gebunden, und da bei meinen Untersuchungen ja nur die jüngeren elterlichen Larven in Betracht kommen, so habe ich hier konstatirt, dass bei weitaus den meisten, selbst noch acht Tage alten Larven, das Analarmskelet hinter dem Rumpfskelet um einen mehr oder weniger beträchtlichen Werth an Länge zurückblieb, während ich bei einer viel geringeren Anzahl beobachtete, dass die Länge des Analarmskelets diejenige des Rumpfskelets übertraf. In selteneren Fällen sogar habe ich Larven gesehen, die erst im Alter von vier Tagen standen, deren Analarmskelet aber trotzdem annähernd doppelt so lang war wie das Körperskelet; nicht ganz so selten habe ich das gegentheilige Verhältnis angetroffen.

Hieraus geht schon hervor, dass VERNON nicht berücksichtigt hat, dass die relative Armlänge ein und derselben Larve mit vorschreitender Entwickelung des Thieres sich fortwährend verändert, und es bedarf wohl kaum noch der Erwähnung, dass bei einer derartigen Variabilität der Körpermaße die Aufstellung starrer Zahlenwerthe ungerechtfertigt ist.

Nunmehr wende ich mich zu der Betrachtung der Scheitelstäbe, von welchen JOH. MÜLLER sagt, dass sie »immer« mit »keulenförmigen, oft gekreuzten Enden« den »hohen, pyramidalen Scheitel« stützten. Da ich hier nicht zu ausführlich werden möchte, so halte ich es für besser, auf die Fig. 4—14 hinzuweisen, in welchen ich eine Anzahl von Scheitelstäben dargestellt habe. Die Larven, welchen diese Stäbe angehören, befinden sich fast alle im gleichen Alter von vier Tagen, und da ich fast alle meine Zeichnungen mit derselben mikroskopischen Vergrößerung entworfen habe, so ist der

Unterschied zwischen den dargestellten Objekten direkt aus den Figuren zu ersehen. Da fällt zunächst der in Fig. 4 gezeichnete, fast ganz gleichmäßig starke, am Ende verjüngte Stab auf. Ein solcher Fall scheint bei *Strongylocentrotus*-Larven bisher noch nicht beobachtet zu sein, und wenn solche Stäbe im Allgemeinen auch nicht oft zu meiner Beobachtung gelangten, so habe ich immerhin eine ganze Zucht in Händen gehabt, welche diese schlanke, höchst selten nur um ein Weniges verdickte Endigung der Scheitelstäbe durchweg aufwies.

Die übrigen Abbildungen stellen die variablen Formen von Scheitelstäben dar, welche ich in der Regel bei meinen Larven vorfand. Die einen Larven haben mehr, die anderen weniger verdickte Stabendigungen, bei den einen verjüngen sich die ziemlich stark angeschwollenen Stäbe am Ende, während bei anderen Larven die Scheitelstäbe gegen das Ende hin blasig aufgetrieben erscheinen. Manche Stäbe tragen nur wenige, andere mehr dornenartige Fortsätze auf ihren keulenförmigen Enden. Diese Fortsätze sind manchmal regellos, manchmal gleichmäßiger vertheilt, und in einigen Fällen erschien der Scheitelstab am Ende kammartig gezahnt. Auch sind die beiden Scheitelstäbe einer und derselben Larve nicht immer gleichartig gebaut; so habe ich z. B. Larven gesehen, bei welchen der eine Stab keulig aufgetrieben war, während der andere ganz schlank erschien.

Schließlich muss ich noch speciell auf die Fig. 12—14 hinweisen. Fig. 12 stellt einen am Ende gabelig getheilten Scheitelstab dar, in Fig. 13 besitzt derselbe einen ziemlich starken, abwärts gerichteten Fortsatz, und Fig. 14 zeigt schließlich noch einen ziemlich stark verästelten Scheitelstab. Ich verweise besonders auf diese drei Figuren, weil nach Joh. Müller derartige Verzweigungen sich nur bei alten *Strongylocentrotus*-Larven finden sollen, und weil nach diesem Autor gerade die bei jüngeren Larven stets keulenförmige, unverzweigte Endigungsweise der Scheitelstäbe dieser Larve ein Hauptunterscheidungsmerkmal von derjenigen von *Echinus microtuberculatus* biete, deren Scheitelstäbe schon bei jüngeren Formen hirschgeweihähnlich verzweigt seien.

Wenn ich nun auch bestätigen kann, dass die *Strongylocentrotus*-Larven in den allermeisten Fällen keulenförmige Scheitelstabenden besitzen, so beweisen doch die drei zuletzt betrachteten Figuren, dass von dieser Regel abweichende, wenn auch nur selten anzutreffende Ausnahmen wohl bestehen, welche um so höher zu ver-

anschlagen sind, als die abgebildeten Scheitelstäbe Larven zugehören, welche ein Alter von erst vier Tagen besaßen. Solch verzweigte Scheitelstäbe hat übrigens auch SEELIGER bei jüngeren *Strongylocentrotus*-Larven schon beobachtet (mündliche Mittheilung). Wie ich in Fig. 8 angedeutet habe, kamen in vereinzelten Fällen bei sonst vollkommen normal entwickelten Larven auch Scheitelstäbe vor, welchen unregelmäßige Fortsätze selbst an solchen Stellen entsprossen, welche vom freien Stabende weit entfernt waren und schon mehr der Gabelungsstelle des primären Dreistrahlers benachbart lagen.

Die Art und Weise, in welcher die Scheitelstabenden sich zu einander im Scheitel verhalten, ist ebenfalls ganz variabel. In den meisten Fällen habe ich zwar einen »hohen, pyramidalen Scheitel«, wie ihn JOH. MÜLLER »immer« fand, gesehen. In ihm kreuzten sich dann die Stabenden meistens, oder sie deckten sich doch theilweise. Sehr häufig konnte ich aber auch beobachten, dass die Scheitelstabenden sich nur eben berührten oder sich nur einander näherten. In manchen Fällen wiederum fand ich, wie ich schon an anderer Stelle erwähnte, dass von zwei sich kreuzenden Scheitelstäben der eine eine rinnenartige oder keilförmige Vertiefung aufwies, in welche der andere Stab eingelassen war, so dass hierdurch eine ziemlich feste Verbindung zwischen den Scheitelstäben und somit auch den ganzen beiderseitigen Skelethälften der Larve hergestellt wurde. Es trifft desshalb die Ansicht JOH. MÜLLER's nicht immer zu, wenn er sagt: »Eine Verbindung der Kalkstäbe von rechts nach links scheint in normalen Larven bis zur Erzielung der bestimmten Dimensionen nicht zu erfolgen« (7, pag. 16).

Außer diesen Larven mit dem »hohen, pyramidalen Scheitel« habe ich, wie schon oben kurz erwähnt, noch Larven gefunden, welche einen ganz breiten, stumpfen Scheitel hatten. Fig. 15 stellt eine solche Larve dar. Dieselbe fand ich in einer Zucht, in welcher alle Larven durchweg einen dem gezeichneten ähnlichen Scheitel aufwiesen; ich habe darin fast keine Larve mit einem pyramidalen Scheitel gefunden. Ihre Scheitelstäbe waren fast überall gleichmäßig schlank und nur selten am Ende um ein Geringes verdickt. Schließlich fand ich auch noch in ganz seltenen Fällen, dass die Scheitelstäbe sich unter annähernd rechtem Winkel kreuzten, und die freien Enden der beiden Stäbe so weit über die Kreuzungsstelle hinausragten, dass hierdurch der sonst zugespitzte Scheitel eine erhebliche Verkürzung und Abstumpfung erlitt (Fig. 3).

Von allergrößtem Interesse sind nun die Beobachtungen, welche ich an den die Analarme durchziehenden Analstäben zu machen Gelegenheit hatte. Bekanntlich liegt bei den meisten Larven von *Strongylocentrotus* in jedem Analarm ein einzelner Stab, welcher in weitaus den meisten Fällen eine kleine Strecke lateralwärts von der Theilungsstelle der drei ältesten Äste des Kalkgerüstes seinen Ursprung nimmt. Als Abnormität hat man nun beobachtet, dass mitunter zwei Kalkstäbe in einem Analarme angetroffen werden, und VERNON schreibt, dass eine gewisse Zahl der reinen *Strongylocentrotus*-Larven ein kurzes doppeltes Analarmskelet besitze, welches in seltenen Fällen weiter entwickelt werde; er habe in einer seiner Zuchten nicht weniger als 35% der Larven mit dünnen, doppelten Analarmskelets behaftet gefunden (3, pag. 472). Ich habe die von mir untersuchten, überaus zahlreichen Larven nicht gezählt, kann aber wohl mit Recht behaupten, dass sich in einer meiner Zuchten ein mindestens eben so hoher Procentsatz von Larven befand, welche ein Plus an Kalkstäben in den Analarmen aufwiesen. Außerdem fand ich aber auch in all den anderen Zuchten, welche mir Herr Prof. Dr. SEELIGER zur Verfügung stellte, stets einige Larven — allerdings niemals in so großer Anzahl — vor, die sich durch eine größere Zahl von Analstäben auszeichneten.

Sehr interessant war es mir nun, unter meinen Larven eine ganz erhebliche Anzahl solcher zu finden, welche nicht nur zwei, sondern sogar drei Kalkstäbe in einem Analarme aufwiesen, ja ich habe sogar bei einer 120 Stunden alten Larve in dem einen Analarm einen wohl entwickelten langen Stab und außerdem noch drei kürzere Fortsätze gesehen, welch letztere als in der Entwickelung begriffene überzählige Analstäbe angesehen werden müssen (Fig. 21). Die Ansicht VERNON's, welche besagt, dass das doppelte Analarmskelet meist kurz bleibe und nur in seltenen Fällen — »on rare occasions« — weiter entwickelt werde, muss ich als eine irrige zurückweisen. Denn ich habe gerade bei denjenigen Larven, welche eine derartige Hypertrophie des Analarmgerüstes zeigten, die Beobachtung gemacht, dass hier die Länge der Arme außerordentlich häufig eine beträchtlichere war wie gewöhnlich. Denn während ich sonst, wie ich schon beim Beginne meiner Arbeit erwähnte, in den meisten Fällen im Gegensatz zu dem Befunde VERNON's sah, dass die Länge des Körperskelets der hier in Betracht kommenden jüngeren *Strongylocentrotus*-Larven diejenige des Armskelets übertraf, so konnte ich jetzt konstatiren, dass das aus mehreren Stäben bestehende Armskelet

meist annähernd ebenso lang war wie das Körperskelet und in vielen Fällen letzteres sogar ganz erheblich an Länge übertraf. In Fig. 16 habe ich eine solche erst vier Tage alte Larve dargestellt, deren Armskelet schon fast doppelt so lang ist als das Körperskelet. Gleichzeitig machte ich vielfach an Larven, die eine derartige Hypertrophie des Armgerüstes zeigten, die Beobachtung, dass der Körper im Verhältnis zu demjenigen gleichalteriger, normal gebauter Larven im Wachsthum zurückgeblieben war; die Scheitelstäbe waren kürzer und zeigten niemals so kolossale keulige Verdickungen, wie sie z. B. in Fig. 10 und 11 wiedergegeben sind. Es scheint mir demnach, als ob hier häufig eine gewisse Beziehung bestände zwischen einer im Analarmgerüst auftretenden Hypertrophie und einer im Körperskelet sich bemerkbar machenden Atrophie.

Einen bei *Sphaerechinus granularis* vorkommenden, wenn auch nicht gleichen, so doch ähnlichen Fall erklärt Seeliger (1, pag. 492) demgemäß, und er fügt seiner Erklärung die erläuternden Worte hinzu, dass hier »das Material, das an der einen Stelle gespart« werde, ». . . . als überschüssig an einer anderen zur Ablagerung« komme. Doppelte Analstäbe habe ich ebenso wie die dreifachen bei vielen Larven nur asymmetrisch, bei sehr vielen aber auch symmetrisch, in beiden Analarmen, angetroffen. Waren drei Stäbe in einem Arm vorhanden, so war einer derselben stets etwas im Wachsthum zurückgeblieben. Ich habe nun eine ganze Reihe von Armgerüsten in den Fig. 17—25 gezeichnet. Das Alter der Larven, zu welchen die Figuren gehören, habe ich im Erklärungsverzeichnis der Abbildungen angegeben, ebenso habe ich die mikroskopische Vergrößerung, mit welcher ich alle Figuren gezeichnet habe, daselbst vermerkt. Oft ist von zwei in einem Analarm vorhandenen Kalkstäben der eine voll entwickelt, der andere im Wachsthum mehr oder weniger zurückgeblieben (Fig. 17, 18, 25); sehr häufig sind aber auch beide Stäbe zur vollen Entwickelung gelangt (Fig. 19), und schließlich findet man auch nicht selten, dass noch ein dritter Stab auftritt, trotzdem die beiden anderen sich schon durch eine den ganzen Arm durchsetzende, beträchtliche Länge auszeichnen (Fig. 20). Fig. 21 stellt das einseitige Analarmgerüst einer Larve dar, welches die Anlagen von vier Kalkstäben enthält, wovon aber nur der eine zur vollen Entwickelung gelangt ist. Eine noch höhere Zahl von Kalkstäben oder von deren Anlagen habe ich in den Analarmen nie auftreten sehen.

Manchmal habe ich wahrgenommen, dass das freie Ende eines

Kalkstabes mit dem anderen Stabe im Analarm verschmilzt (Fig. 22); es kann auch vorkommen, dass der Analast sich gabelt (Fig. 23). In Fig. 24 habe ich schließlich noch das Armgerüst einer Larve gezeichnet, welches aus zwei parallelen Stäben besteht, die durch zwei Querbrücken mit einander verbunden sind; beide Stäbe gehen aus nur einer Wurzel hervor. Wenn dies auch die einzige Larve ist, bei welcher ich die Analstäbe verbindende Querbrücken nachzuweisen vermochte, so ist dieser Befund doch von hohem Interesse. Denn es ist ein solches Vorkommen von Querbrücken im Analarm bei *Strongylocentrotus*-Larven in der Litteratur noch nicht erwähnt worden; ich werde diesen Fall bei der Beurtheilung der Bastardlarven berücksichtigen müssen.

Einer Erwähnung verdient noch die Stelle des Skelets, an welcher die zuweilen vorhandenen überzähligen Kalkstäbe des Armgerüstes ihren Ursprung nehmen. Meist habe ich gefunden, dass beim Vorhandensein von zwei Stäben in einem Analarm beide in einer gewissen Entfernung lateralwärts von der Theilungsstelle des primären Dreistrahlers, also an der normalen Ursprungsstelle des Analstabes, sich ansetzen (Fig. 17). Sehr häufig trifft man aber auch solche Fälle an, in welchen der eine Analstab von der soeben beschriebenen Stelle entspringt, während der überzählige Ast direkt in der Theilungsstelle des primären Dreistrahlers sich inserirt (Fig. 18 und 25). Ja, ich habe sogar beobachtet, dass dieser überzählige, aus einer ganz ungewöhnlichen Ursprungsstelle hervorgehende Kalkstab mitunter viel stärker entwickelt war wie der eigentliche normale Analstab, und dass dieser letztere im Wachsthum mehr oder weniger zurückbleiben konnte (Fig. 18 und 25). Waren drei Stäbe in einem Analarme vorhanden, so entsprang einer derselben fast stets aus der Theilungsstelle des primären Dreistrahlers, die beiden anderen lateralwärts vom dritten aus dem Scheitelstabe (Fig. 16 und 20). In ganz vereinzelten Fällen sah ich, dass der in Einzahl vorhandene Analstab aus der Gabelungsstelle des primären Dreistrahlers entsprang, jedoch wiesen derartige Larven stets auch noch andere Abnormitäten ihres Körperskelets auf. Niemals habe ich beobachtet, dass bei sonst normal entwickelten Larven ein Analstab vom horizontalen Seitenstabe oder vom analen Queraste entsprungen wäre; bei einer einzigen meiner Larven inserirte sich ein überzähliger Analstab inmitten des analen Querstabes, doch war diese Larve im Wachsthum auffallend zurückgeblieben, wies einen ganz rudimentären Skeletbau und Darmtractus auf, wesshalb ich dieselbe als Missbildung auffassen musste.

Von den horizontalen Seitenstäben meiner Larven entsprangen manchmal da, wo sie in den Oralstab umbiegen, abanale Scheitelstäbe. Joh. Müller giebt an, dass diese abanalen Scheiteläste sich erst nach dem elften Lebenstage der Thiere entwickeln und nur bei alten *Strongylocentrotus*-Larven anzutreffen seien (7). Diese Stäbe sollen im Gegensatz zu den bei jüngeren Larven von *Echinus microtuberculatus* nur ausnahmsweise und unsymmetrisch einseitig vorkommenden bei den *Strongylocentrotus*-Larven regelmäßig rechts und links, also paarig, auftreten. Während ich nun bei vielen, selbst 31 Tage alten *Strongylocentrotus*-Larven das Vorhandensein dieser abanalen Scheiteläste vermisste, habe ich solche gegen den Scheitel aufstrebenden Kalkstäbe, wenn auch nur in ganz seltenen Fällen, bei ganz normal gebauten, erst vier Tage alten *Strongylocentrotus*-Larven gefunden. Zwar waren diese Stäbe nur in ihren Anlagen vorhanden und als kleine Fortsätze der horizontalen Seitenstäbe angedeutet; sie waren aber deutlich erkennbar und beiderseits symmetrisch vorhanden. Ein solch kleiner, diesen Stäben entsprechender Fortsatz ist in Fig. 22 erkennbar. Nur in einem Falle konnte ich im Verhalten dieser Kalkgebilde in so fern eine gewisse Asymmetrie konstatiren, als der abanale Scheitelast der einen Seite bei einer vier Tage alten Larve eine schon ziemlich kräftige Entwickelung erlangt hatte, während derjenige der anderen Seite als ein nur unscheinbares, leicht zu übersehendes Fortsätzchen angedeutet war.

Die Oralstäbe waren in der Regel kürzer als die Analäste; jedoch variirte ihre Länge außerordentlich, und ich habe sogar mehrere Thiere gesehen, deren Oralstäbe die Analäste an Länge übertrafen.

Was die analen Querstäbe anbelangt, so habe ich in weitaus den meisten Fällen gesehen, dass dieselben in spitze, viel seltener stumpfe Enden ausliefen und sich gegenseitig kreuzten. Nicht so oft konnte ich beobachten, dass diese Stäbe so kurz waren, dass sie sich gar nicht erreichten oder unter Bildung knopfartig verdickter Enden in der Medianebene der Larve sich gegenseitig verbanden.

Ehe ich nun das Gebiet, welches meine an dem Kalkskelet gemachten Befunde umfasst, verlasse, möchte ich noch der Vollständigkeit halber auf einige Eigenthümlichkeiten und Missbildungen hinweisen, welche ich zuweilen an meinen Larven gefunden habe.

Nicht ganz selten nämlich fiel mir eine Atrophie auf, welche sich mitunter über nur einen Anal- oder Oralarm, manchmal aber auch über eine ganze Larvenhälfte erstreckte. Ich habe bei vier

Tage alten Larven zuweilen die Beobachtung gemacht, dass der Scheitelstab einer Seite nur halb so lang war wie derjenige der gegenüberliegenden Seite; andere Larven zeichneten sich durch das vollkommene Fehlen eines Anal-, Oral- oder analen Querstabes aus. In einigen, ganz seltenen Fällen konnte ich wahrnehmen, wie die Skeletstäbe der einen Larvenhälfte bestrebt waren, fehlende Bestandtheile der anderen Skelethälfte zu ergänzen. So fehlte z. B. bei einer 100 Stunden alten Larve auf einer Seite sowohl Anal- als auch Oral- und analer Querstab, während der Scheitelast nur durch einen geradlinig verlaufenden, kurzen Stab vertreten war, welcher, ohne mit dem gegenüberliegenden Scheitelstabe im Zusammenhange zu stehen, zwei freie Enden besaß. Um die fehlenden Skelettheile zu ersetzen, war der anale Querstab der wohl entwickelten anderen Skelethälfte in die atrophische Hälfte hinüber gewachsen und hatte sich hier in zwei Äste getheilt, einen gegen den Scheitel ansteigenden, welcher die Tendenz hatte, mit dem kurzen, atrophischen Scheitelstabe zu verwachsen, und einen absteigenden, entgegengesetzt verlaufenden Ast, welcher die Stelle des fehlenden Analstabes einnahm. — Bei einigen anderen, in fast ganz normalem Zustande befindlichen Larven fand ich in vereinzelten Fällen, dass auf einer Seite der Larve, also unsymmetrisch, neben dem normalen sich noch ein überzähliger analer Querstab entwickelt hatte, welcher, von der Verzweigungsstelle der drei ältesten Äste des Kalkgerüstes entspringend, in einer Richtung verlief, welche nur wenig von derjenigen abwich, die der normale Querstab einschlug.

In einem Falle habe ich sogar beobachtet, wie Scheitelstab, Anal- und Oralast sowie die doppelt vorhandenen analen Querstäbe, zusammen also fünf Äste, aus einem einzigen Punkte ihren Ursprung nahmen.

Endlich habe ich noch einige Larven gesehen, deren ein- oder auch beiderseitige Oralstäbe, anstatt abwärts zu wachsen, sich im Bogen gegen den Scheitel hinauf gerichtet hatten, wie dies sonst in ähnlicher Weise nur die abanalen Scheitelstäbe zu thun pflegen.

Bekannt dürfte wohl sein, dass ein oder zwei überzählige Dreistrahler vorkommen können. Dieselben hatten bei meinen Larven meistens in der Gegend der analen Querstäbe ihre Lage und sandten in sehr seltenen Fällen längere Fortsätze in unregelmäßigen Richtungen aus.

2. Die Larve von Sphaerechinus granularis.

Da die Eigenschaften dieser Larvenform durch die Arbeiten von Joh. Müller und Seeliger bereits allgemein bekannt geworden sind, so muss ich meine diesbezüglichen Ausführungen einschränken. In den betr. Arbeiten sind auch Abbildungen dieser Larvenform gegeben worden, und so ist es überflüssig, in dieser Abhandlung nochmals eine normale *Sphaerechinus*-Larve zu zeichnen.

Wenn ich mir nun gestatte, noch einige Mittheilungen über diese Larve zu machen, so veranlassen mich hierzu einige interessante Thatsachen, welche ich bei den an einer großen Anzahl von *Sphaerechinus*-Larven angestellten Untersuchungen feststellen konnte.

Zunächst weise ich mit einigen Worten auf die äußere Form hin, denn es veranlasst mich hierzu die Behauptung Vernon's, welche ich schon im Beginne meiner Arbeit erwähnte, und worin es heißt: »It will seen, that the chief distinctions between the two parent larval forms, as far as mere measurement is concerned, lie in the fact that the *Strongylocentrotus*-larva has a fairly long body and an arm length of about the same value, whilst the *Sphaerechinus*-larva has a short body and an arm length as a rule about double as great. Measurement alone therefore should be able in many cases to decide whether a hybrid larva approaches more closely to one type or the other« (3, pag. 469). Diese Anschauung Vernon's ist aber nicht ganz zutreffend; wenn ich auch die Thatsache nicht bestreiten kann, dass bei einer gewissen Anzahl meiner *Sphaerechinus*-Larven die Länge der Arme etwa doppelt so groß war wie diejenige des Körpers, so habe ich doch hinwiederum eine sehr große Anzahl von Larven gesehen, auf welche diese Angaben Vernon's nicht im entferntesten passen. Denn auch bei dieser Larvenform ist wie bei den *Strongylocentrotus*-Larven das Verhältnis der Länge der Arme zu derjenigen des Rumpfes ein auf allen Entwickelungsstadien sich änderndes. In den ersten Tagen der Entwickelung wächst der Rumpf schneller als die Arme, und erst später tritt das umgekehrte Verhältnis im Wachsthum auf. Bestimmte Regeln lassen sich aber hierüber wegen der überaus großen Variabilität nicht aufstellen. Denn selbst unter zehn und zwölf Tage alten Larven habe ich noch solche angetroffen, deren Armlänge diejenige des Rumpfes kaum übertraf, und bei anderen Larven, die bereits ein Alter von vier Tagen hatten, war das Armskelet noch nicht einmal annähernd so lang wie das Rumpfskelet. Es variirt also auch bei den *Sphaerechinus*-Larven das Verhältnis

zwischen der Länge des Rumpfes und derjenigen der Arme ganz erheblich. In sehr vielen Fällen wird sogar die relative Analarmlänge von *Sphaerechinus*-Larven durch diejenige gleichalteriger *Strongylocentrotus*-Larven weit übertroffen. Es liegt somit die Hinfälligkeit der Behauptungen VERNON's auf der Hand. Es lassen sich eben diese Eigenschaften der Larven bei ihrer Variabilität durch Angabe unveränderlicher Zahlenwerthe nicht bestimmen. — Was die Entfernung anbetrifft, welche zwischen den beiden Analarmspitzen liegt, so will ich mir hierüber kein Urtheil erlauben, weil ich nur Larven in konservirtem Zustande untersucht habe. Immerhin kann ich aber die Thatsache mittheilen, dass die Analarme meiner Larven meist ziemlich stark — »schwalbenschwanzartig« — divergirten. In seltenen Fällen habe ich zwar gefunden, dass diese Arme annähernd parallel zu einander verliefen, während der Körper am Scheitel kuppelartig abgerundet erschien; jedoch mag diese Abweichung auch nach dem Tode der Larven in der konservirenden Flüssigkeit entstanden sein; niemals habe ich solch schlanke Formen gefunden, wie sie manche meiner *Strongylocentrotus*-Larven aufwiesen (Fig. 1).

Was das Skelet anbetrifft, so ist zunächst dasjenige Gebilde von Interesse, welches den *Strongylocentrotus*-Larven völlig fremd ist, nämlich der Scheitelrahmen.

Derselbe war bei den meisten meiner vier Tage alten Larven schon vollkommen ausgebildet. Seine Entstehung ist bereits durch SEELIGER bekannt geworden; ich gehe desshalb nicht näher darauf ein, sondern will nur auf einen Umstand hinweisen, den schon SEELIGER (1) mitgetheilt hat, und der auch mir bei den Untersuchungen nicht entgangen ist. Es kann nämlich mitunter zwischen den beiden Scheitelstäben eine kleinere oder größere Lücke bestehen bleiben, so dass dann an dieser Stelle der Scheitelrahmen eine mehr oder weniger lange Zeit offen sein kann. Auch sah ich nicht ganz selten, dass die lateralwärts verlaufenden Stäbe des Scheitelrahmens ein- oder beiderseits fehlten, ebenso entbehrte der Rahmen mitunter auch desjenigen Astes, welcher an der oralen Seite die Verbindung zwischen beiden abanalen Scheitelstäben herstellt. Ich erwähne dies desshalb, weil VERNON die irrthümliche Ansicht äußert, dass dies bei den Bastardlarven ein durch den väterlichen Einfluss hervorgerufenes Merkmal ihrer gemischten Herkunft sei, indem er sagt: »About half of the *Sphaerechinus* type of hybrids bore no sign at all of their mixed ancestry, but the rest showed more or less obvious traces. Thus in a good many of them the lower horizontal part of the body

skeleton (*BE* in Fig. 3, was wanting, and less seldom, the part *BD*« (3, pag. 469). Mit *BE* bezeichnet Vernon in seiner Fig. 3 die auf der analen Seite des Scheitelrahmens gelegenen, einander entgegenwachsenden Abschnitte der Scheitelstäbe, während er mit *BD* den jederseits an der lateralen Seite des Scheitelrahmens gelegenen Ast benennt.

Bei einer nicht geringen Anzahl 78—96 Stunden alter Larven fand ich, was den Scheitel anbetrifft, erhebliche Abweichungen in so fern, als der Scheitelrahmen vollkommen fehlte und die Scheitelstäbe mit ihren dann meist verzweigten Enden sich kreuzten oder doch einander näherten (Fig. 26 und 27). In diesen Fällen wiesen, wie ich noch zeigen werde, die betreffenden Larven aber sehr oft auch noch andere von der Norm abweichende Bildungen ihres Skelets auf.

Eine sehr interessante Veränderung ihres Scheitelrahmens konnte ich bei einigen wenigen, sonst vollkommen regelmäßig gebauten Larven wahrnehmen. Ich habe nämlich beobachtet, dass mitunter die beiden Enden der Scheitelstäbe sich gabeln und die so entstehenden beiden Äste einer Seite derjenigen der anderen Seite entgegenwachsen und sich derartig unter einander verbinden, dass am Scheitel ein großer, geschlossener Rahmen entsteht (Fig. 28). Die abanalen Scheitelstäbe betheiligen sich an der Bildung dieses Rahmens merkwürdiger Weise also gar nicht. Es entspricht dieses Skeletgebilde übrigens einem von Seeliger bei *Echinus microtuberculatus* beobachteten »Querrahmen« (1, pag. 486), nur besteht ein Unterschied in so fern, als bei den *Sphaerechinus*-Larven von der oralen Seite des so entstandenen Rahmens mitunter noch zwei Fortsätze ausgehen können, welche den abanalen Scheitelstäben entgegenwachsen und sich mit denselben vereinigen können, jedoch ohne mit diesen letzteren Kalkstäben noch einen normalen, in üblicher Weise entstehenden Scheitelrahmen zu bilden (Fig. 28). Es scheint also der in so ungewöhnlicher Weise entstehende Querrahmen den Scheitelrahmen der *Sphaerechinus*-Larven in seltenen Fällen zu ersetzen.

Bei einer schon 19 Tage alten Larve habe ich beobachtet, dass der Scheitelrahmen zu seiner völligen Entwickelung kam, trotzdem ein abanaler Scheitelstab gänzlich fehlte; es betheiligten sich in diesem Falle an seiner Bildung beide Scheitelaste sowie der nur einerseits vorhandene abanale Scheitelstab (Fig. 29).

Im Weiteren habe ich noch Einiges über das Verhalten der Analstäbe mitzutheilen. Dass jeder Gitterstab normaler Weise zwei oder vier parallele Einzelstäbe besitzt, wie Herbst und Boveri dies

annehmen, hat bereits Seeliger widerlegt, der den Nachweis führte, dass die Gitterstäbe meistens dreikantig erscheinen, wie dies auch schon Joh. Müller dargethan hat. Auch ich habe bei meinen Untersuchungen in weitaus den meisten Fällen dreikantige Gitterstäbe und viel seltener solche Larven gefunden, deren Analstäbe aus zwei oder vier einzelnen Kalkstäben sich zusammensetzten; ich habe auch nur sehr wenige Analstäbe gesehen, welche fünf oder gar sechs Einzelstäbe — zum Theil nur in Form von Ansätzen — enthielten oder aus ebenso vielen Wurzeln ihren Ursprung nahmen.

Während bekanntlich in weitaus den meisten Fällen die drei Einzelstäbe des Analastes mit je einer Wurzel an den drei Ästen des primären Dreistrahlers, nämlich am Scheitelstab, analen Querstab und horizontalen Seitenstab sich inseriren, können bei manchen Larven alle drei Stäbe in einer Ebene liegen, jedoch tragen solche Larven meistens auch noch andere Merkmale ihrer abnormen Bildung (Fig. 26). Dieses abweichende Verhalten des Analastes, in welchem die drei Stäbe, die ihn zusammensetzen, sich weiter ausbreiten wie gewöhnlich und alle in derselben Ebene liegen, sieht Vernon als ein besonderes Merkmal der Bastardlarven mit mütterlichem Typus an (3, pag. 470). Dass diese Annahme unberechtigt ist, geht aus meinen Ausführungen ohne Weiteres hervor. Nicht unerwähnt will ich lassen, dass einer der Einzelstäbe des Analarms der Wurzel manchmal ganz entbehren kann (Fig. 26), doch dürfte diese Abnormität wohl eine bereits bekannte sein.

An einigen Larven habe ich schließlich noch Abnormitäten des Armgerüstes nachgewiesen, welche — wenn ich sie auch nur in ganz seltenen Fällen fand — doch von höchstem Interesse sein dürften, weil sie bei der Beurtheilung der Bastardlarven immerhin eine Rolle spielen werden. Ich beobachtete nämlich einige wenige Larven, welche sich durch eine auffallend geringe Zahl ihrer zwischen den analen Armstäben befindlichen Querbrücken auszeichneten. In Fig. 30 habe ich einen solchen Analast gezeichnet; derselbe besteht aus nur zwei Einzelstäben, während der dritte Stab nur als kleiner Fortsatz angedeutet erscheint. Trotzdem nun dieser Analast eine ziemlich beträchtliche Länge besitzt und einer bereits zehn Tage alten Larve entstammt, besitzt er doch nur vier Querbrücken. Die dazu gehörige Larve zeichnete sich durch einen im Übrigen ganz normalen Bau aus, nur war ihr anderer Analarm länger wie der in Fig. 30 dargestellte, eine Asymmetrie, die bekanntlich sehr oft bei sonst ganz normalen Larven sowohl von *Strongylocentrotus* als auch *Sphaerechinus* vorkommt.

In Fig. 27 habe ich eine vier Tage alte Larve gezeichnet, die im Wachsthum zwar erheblich zurückgeblieben ist, welche aber außer anderen auffallenden Erscheinungen in ihren beiden Armen sehr interessante Abnormitäten aufweist; ihr Darm besitzt ein nur geringes Volumen, ist aber mit Mund und After versehen. Was den rechterseits liegenden Analast dieses Thieres betrifft, so besteht derselbe zwar aus drei von den regelmäßigen Ursprungsstellen entspringenden Einzelstäben, deren aber nur zwei durch drei Querbrücken mit einander verbunden sind, während der dritte Ast vollkommen isolirt verläuft. Der in der dargestellten Larve linkerseits liegende Analast setzt sich dagegen aus drei vollkommen isolirten, gleich langen Stäben zusammen. Auch dies Armgerüst entspringt in normaler Weise von den drei Gabelästen des primären Dreistrahlers, trägt aber nicht eine einzige Verbindungsbrücke. Ich habe derartige Analäste, die sich durch vollkommenen Mangel der Querbrücken auszeichneten, bei auf gewöhnlichem Wege gezüchteten Larven nur zweimal, in aus geschüttelten Eiern hervorgegangenen Larven dagegen mehrmals gesehen; letztere Larven kommen hier aber nicht in Betracht.

Schließlich will ich noch erwähnen, dass die Oralarme bei weitaus den meisten viertägigen *Sphaerechinus*-Larven vorhanden sind und bei sehr vielen erst 53—56 Stunden alten Thieren als deutlich differenzirte Gebilde sich bemerkbar machen, jedoch bleibt ihre relative Länge hinter derjenigen der Oralarme der *Strongylocentrotus*-Larven meist etwas zurück. Viel seltener konnte ich das Fehlen der Oralarme konstatiren, welches zumeist auch mit einem Fehlen oder doch einer erheblichen Rückbildung der oralen Kalkstäbe Hand in Hand ging. Boveri hält diesen Mangel der Oralarme für die Norm, doch ist diese Annahme bereits durch Seeliger als irrthümlich zurückgewiesen worden. In der Regel findet sich bei solchen mit einer Atrophie der Oralstäbe behafteten Larven an anderen Stellen — sehr oft an den Analstäben — eine Hypertrophie, welche im Sinne Seeliger's so zu erklären ist, dass »das Material, das an der einen Stelle gespart wurde, ... als überschüssig an einer anderen zur Ablagerung« kommt (1). Fig. 26 stellt eine derartige Larve dar; die künstliche Befruchtung war am 29. Mai, als die volle Geschlechtsreife eingetreten war, ausgeführt worden, und es stammt diese Larve aus einer Zucht, in der solche Missbildungen häufiger vorkamen. Die Oralstäbe dieses Thieres sind stark atrophisch und durch zwei aus ungewöhnlichen Ursprungsstellen hervorgehende, sehr weit reducirte Fortsätze angedeutet; auch der Scheitel-

rahmen fehlt, wohingegen die analen Querstäbe sowie die Analäste sich durch eine erhebliche Hypertrophie und überhaupt ungewöhnliche Bildung auszeichnen.

Endlich traf ich in ganz seltenen Fällen Larven an, deren abanale Scheiteläste beiderseits (Fig. 27) oder auch nur einseitig fehlten (Fig. 29).

Was die Pigmentirung der Larven und das Verhalten ihrer Wimperschnur anbelangt, so bezieht sich das, was ich hierüber schon bei der Betrachtung der *Strongylocentrotus*-Larven hervorhob, auch auf die Larven von *Sphaerechinus granularis*. Es waren nämlich die hellbraunen bis schwarzbraunen Pigmentflecken auch bei diesen Larven in sehr verschiedener Anzahl vorhanden, ich habe 17 und 19 Tage alte Thiere gesehen, welche nur sehr spärliche, und wiederum viel jüngere Larven gesehen, die eine reichliche Pigmentirung aufwiesen. Nicht selten fehlte das Pigment vollkommen. Als ein besonderes Alterszeichen ist eine starke Pigmentirung demnach auch bei dieser Larvenform nicht aufzufassen.

Auch die Wimperschnur verhielt sich ähnlich derjenigen einiger *Strongylocentrotus*-Larven. Ich konnte nämlich bei einer, wenn auch nicht großen Anzahl von erst vier Tage alten *Sphaerechinus*-Larven feststellen, dass ihre Wimperschnur bereits um ein ganz erhebliches Stück von dem Schirmrande sich entfernt hatte und gegen den Scheitel vorgerückt war, während bei vielen älteren, selbst 19 Tage alten Larven ein solches Aufsteigen der Wimperschnur sich noch gar nicht eingeleitet hatte.

Der Vollständigkeit halber füge ich noch hinzu, dass ich auch Larven unter einigen sonst normal entwickelten Zuchten gefunden habe, welche statt zwei Analarmen deren drei an Zahl aufwiesen, welche ohne Ausnahme von ausgebildeten Gitterstäben durchzogen waren. Diese Larven ähnelten auffallend den von Herbst gezogenen, welche er der Einwirkung von Lithiumsalzen aussetzte (12) oder auch den von Herrn Prof. Dr. Seeliger aus geschüttelten *Sphaerechinus*-Eiern gezüchteten Larven, bei welchen ich mitunter sogar vier, fünf oder auch sechs gegitterte Analstäbe gesehen habe, mit welcher Abnormität dann natürlich auch immer noch andere ungewöhnliche Eigenschaften verbunden waren.

Herr Prof. Dr. Seeliger erlangte Zwecks künstlicher Befruchtung die Eizellen derart, dass er mittels eines Glasrohres, das durch ein am oralen Pol gebohrtes Loch eingeführt wurde, den reifen Inhalt der Ovarien durch die Genitalöffnung ausblies, und es werden

nun meines Erachtens derartige von mir in sonst normal entwickelten Zuchten gefundene, missgebildete Larven wohl aus solchen Eizellen hervorgegangen sein, welche beim Passiren der Genitalöffnung auf mechanischem Wege eine Läsion erlitten, wie eine solche auch durch Schütteln der die Eizellen enthaltenden Flüssigkeit hervorgerufen werden kann; oder es sind diese missgebildeten Formen nach H. Driesch (20, pag. 416) so zu erklären, dass sie einer Verschmelzung befruchteter Eizellen ihre Entstehung zu verdanken haben.

3. Vergleich beider elterlicher Larven.

Wenn ich die bei der Beurtheilung der Bastardlarven eine Rolle spielenden Eigenthümlichkeiten der *Strongylocentrotus*- und *Sphaerechinus*-Larven zusammenstelle, so ergiebt sich Folgendes:

a) Äußere Form. Die Analarme der *Sphaerechinus*-Larven divergiren meistens stärker als diejenigen der *Strongylocentrotus*-Larven, jedoch sind betreffs dieser Eigenschaft beider Larven keine bestimmten Grenzen zu ziehen, da auch unter den *Strongylocentrotus*-Larven alle möglichen Übergänge im Verhalten der Arme, mitunter selbst schwalbenschwanzartiges Divergiren derselben, auftreten. Dagegen kommen solch schlanke Formen, wie sie Fig. 1 zeigt, bei meinen *Sphaerechinus*-Larven nicht vor. Die Oralarme der mütterlichen Larven bleiben auf den jüngeren Stadien hinter denjenigen der *Strongylocentrotus*-Larven meistens etwas zurück, doch lassen sich bestimmte Regeln auch hierüber nicht aufstellen, da mitunter auch das umgekehrte Verhältnis Platz greifen kann; nur das lässt sich sagen, dass bei den väterlichen Larven die Oralarme den Analarmen an Länge manchmal gleich kommen, ja, sie darin sogar übertreffen können, was bei *Sphaerechinus*-Larven nie vorkommt. — Da auch das Verhältnis der Länge von Rumpfskelet zu Analarmgerüst ganz außerordentlich variabel ist, so wird bei der Beurtheilung der Bastardlarven die äußere Form allein nicht ausschlaggebend sein können. Nur dann könnte man bei dem Bastard auf die Vererbung der väterlichen Form schließen, wenn das Exterieur des Bastards dem in Fig. 1 gezeichneten gleich käme, und es festgestellt wäre, dass derartig schlanke Formen bei lebenden Thieren vorkommen.

b) Scheitelstäbe. Das Verhältnis der Scheitelstäbe wird bei der Beurtheilung der Bastardlarven den dargelegten Befunden zufolge eine erhebliche Bedeutung nicht haben können. Bei den *Sphaerechinus*-Larven kommen nur solche Scheitelstäbe vor, welche in ihrem

ganzen Verlauf stets eine gleichmäßige Stärke aufweisen, sich gegen das freie Ende hin meistens, aber nicht immer, krümmen und an diesem selben Ende bei der Majorität der Larven verzweigt sind. Theilweise werden diese Eigenschaften auch bei *Strongylocentrotus*-Larven angetroffen; hier kommen nämlich gleichmäßig starke Scheitelstäbe ausnahmsweise vor, und Verzweigungen werden bei hier ja nur in Betracht kommenden jüngeren Thieren, wenn auch nicht so stark ausgeprägt wie bei den *Sphaerechinus*-Larven, in seltenen Fällen gefunden. Auffallende Krümmungen der Scheitelstäbe habe ich aber nie beobachten können.

Mit Gewissheit wird man auf einen gewissen Einfluss des väterlichen Typus auf die Bastardlarven desshalb nur dann schließen können, wenn die Scheitelstabendigungen in irgend einem Grade keulig verdickt erscheinen, wohingegen man von Einfluss des mütterlichen Typus auf einen Bastard nur dann sprechen kann, wenn die Scheiteläste des letzteren an ihren freien Enden eine erhebliche Krümmung aufweisen; ferner, wenn die Verzweigungen der Scheitelstäbe in hohem Maße ausgeprägt sind, und die betr. Verästelungen sich durch einen mehr regelmäßigen, drehrunden Bau auszeichnen, oder mit Hilfe derselben sogar ein Scheitelrahmen — ganz oder theilweise — gebildet wird.

c) Analarmskelet. Das Verhalten dieses Armgerüstes wird bei der Beurtheilung der Bastardlarven als Hauptmerkmal in Frage kommen müssen. In der Regel ist bei den *Sphaerechinus*-Larven ein typischer, mit einer ganzen Reihe von Querbrücken versehener Gitterstab vorhanden, dessen drei Einzelstäbe mit je einer Wurzel von den drei Ästen des primären Dreistrahlers, seltener nur von zweien dieser Äste, ihren Ursprung nehmen. Viel weniger häufig findet man zwei oder vier bis sechs Parallelstäbe in einem Analast.

Bei den *Strongylocentrotus*-Larven dagegen werden die Analarme meistens von nur je einem Stabe durchzogen, wozu in abweichenden Fällen noch zwei oder gar drei von den Scheitelstäben entspringende, überzählige Analstäbe oder deren Ansätze treten können, welche in sonst normal entwickelten Larven aber immer nur an den Scheitelstäben und niemals an den anderen beiden Ästen des primären Dreistrahlers ihren Ursprung nehmen. Verbindungsbrücken zwischen den Analstäben sah ich nur in einem einzigen Falle, und zwar waren hier nur zwei Brücken vorhanden, während ich ein bloßes Verschmelzen zweier Analstäbe zu einem einzigen, wie auch Gabelung eines Analstabes, mehrmals wahrgenommen habe. — Da ich hingegen,

wenn auch nur sehr selten, bei normal gezüchteten *Sphaerechinus*-Larven eine relativ geringe Anzahl oder gar ein gänzliches Fehlen der Querbrücken in den Analstäben nachgewiesen habe, so ergiebt sich daraus als nothwendige Folge, dass man mit Sicherheit nur denjenigen Bastardlarven einen gewissen Theil des mütterlichen Typus beimessen kann, welche eine größere Anzahl von Verbindungsbrücken in ihren Analästen aufweisen, während wir hingegen von Vererbung eines erheblichen Theils väterlicher Eigenthümlichkeiten mit voller Gewissheit nur dann werden sprechen können, wenn der Analast aus nur einem einzigen Kalkstabe besteht.

d) Abanale Scheitelstäbe. Dieselben sind bei den *Sphaerechinus*-Larven normaler Weise schon frühzeitig vorhanden und fehlen in der Regel den hier nur in Betracht kommenden jüngeren *Strongylocentrotus*-Larven. Da ich jedoch in wenigen Fällen selbst schon bei jüngeren *Strongylocentrotus*-Larven die Anlagen solcher abanalen Scheiteläste nachgewiesen habe, und andererseits schon erklärte, dass gleichalterige *Sphaerechinus*-Larven dieser Skeletbildungen, wenn auch nur sehr selten, entbehren können, so resultirt daraus, dass man, was die abanalen Scheitelstäbe anbetrifft, auf einen erheblichen Theil des mütterlichen Typus der betr. Bastardlarve nur dann schließen kann, wenn diese Kalkstäbe wohl ausgebildet sind und bis in den Scheitel der Larve hineinragen, oder wenn dieselben gar noch eine Gabelung aufweisen und die Tendenz zeigen, an der Bildung eines Scheitelrahmens sich zu betheiligen.

Dagegen wird ein Fehlen dieser abanalen Scheitelstäbe bei dem betr. Bastarde einen größeren Theil väterlichen Einflusses mit Sicherheit nicht beweisen können, weil ja ausnahmsweise auch *Sphaerechinus*-Larven dieser Äste entbehren können.

4. Die Bastardlarven von Sphaerechinus granularis ♀ und Strongylocentrotus lividus ♂.

Dass die Züchtung dieser Bastardlarven schon früher mehrfach mit Erfolg ausgeführt worden ist, vor Allem durch O. und R. Hertwig, Morgan und Vernon, dürfte bekannt sein; und bevor ich nun zu einer Beschreibung meiner Bastardlarven schreite, möchte ich schon an dieser Stelle darauf aufmerksam machen, dass diese Formen derartig variiren und solche Eigenthümlichkeiten besitzen, dass es in weitaus den meisten Fällen außerordentlich schwierig ist, mit Sicherheit zu bestimmen, welches Vererbungsprincip bei jeder einzelnen

Bastardform zur Geltung gekommen ist, und dass es nicht im entferntesten zutrifft, wenn Vernon behauptet: »One is very seldom at a loss to determine which of the parental types predominate« (3, pag. 472). Auch der Grundsatz, den Boveri in Betreff der Kreuzung zwischen *Echinus microtuberculatus* (♂) und *Sphaerechinus granularis* (♀) aufstellt, dass nämlich »alle echten Bastarde . . . . eine ziemlich genaue Mittelform zwischen beiden Eltern« repräsentiren, eine Behauptung, die durch Seeliger bekanntlich vollkommen widerlegt worden ist, könnte auf diese von mir untersuchten Bastardformen noch viel weniger Anwendung finden als auf die von Seeliger und Boveri beschriebenen. Vernon legt den allergrößten Werth bei seinen Ausführungen auf die Messungen, welche er an dem Rumpf- und Analarmskelet seiner Bastardlarven ausgeführt, und deren Ergebnisse er in umfangreichen Tabellen zusammengestellt hat. Ich habe nun schon früher hervorgehoben, dass es bei der immensen Variabilität des Verhältnisses, welches zwischen der Länge des Körperskelets und derjenigen des Analarmgerüstes besteht, geradezu unzulässig ist, hier Zahlenwerthe anzugeben, welche das durchschnittliche Verhältnis darthun sollen. Um so mehr muss ich mich gegen dieses tabellarische Nebeneinanderstellen von Zahlen wenden, als Vernon die schon meinen bisherigen Ausführungen zufolge hinfällig gewordene Behauptung aufstellt: »Measurement alone therefore should be able in many cases to decide whether a hybrid larva approaches more closely to one type or the other« (3, pag. 469).

Wenn ich zunächst die äußere Form der Bastardlarven in Betracht ziehe, so erweist dieselbe sich nicht minder variabel wie diejenige der elterlichen Larven. Ich habe mitunter ganz schlanke, schmal gebaute Bastardlarven gesehen, deren Analarme nur wenig divergirten und die ihrer äußeren Form nach etwa der in Fig. 1 dargestellten *Strongylocentrotus*-Larve glichen, jedoch will ich auf diese Eigenthümlichkeit aus dem schon mehrfach erwähnten Grunde keinen größeren Werth legen. Andererseits habe ich aber auch solche Larven gesehen, deren Analarme so stark divergirten, wie dies selbst bei den Larven der mütterlichen Species gewöhnlich nicht der Fall ist (Fig. 35). Zwischen diesen beiden Extremen, fast parallelem Verlauf und sehr starker Divergenz beider Analarme, bewegt sich nun die große Mehrzahl der Bastardlarven, indem sie ein Bild außerordentlicher Variabilität darbietet. Fast ausnahmslos waren bei meinen vier Tage alten Bastarden die Analarme gut entwickelt und durch einen mehr oder weniger tiefen Ausschnitt von einander getrennt.

Die Oralarme waren meistens weniger scharf markirt, jedoch deutlich erkennbar, und nur bei der Minorität der vier- bis siebentägigen Larven spannten sich die Gewebe zwischen beiden Oralstäben ohne Einsenkung aus. — Der Scheitel der Larven weist bezüglich seiner Form sehr verschiedenartige Merkmale auf. Bald ist er hoch und verjüngt sich nach dem Ende zu, bald ist er kuppelförmig abgerundet, bald breit und abgeflacht (Fig. 31—37). Bei der Majorität meiner Bastardlarven war er hoch und kegelförmig. Die Variabilität der Form meiner Bastardlarven geht ohne Weiteres aus meinen Zeichnungen hervor und fällt um so mehr auf, als die in Fig. 31—35 skizzirten Thiere aus einer und derselben Zucht stammen.

Was schließlich die Größe dieser Larven anbetrifft, so schwankte dieselbe wie diejenige der elterlichen Larven ganz erheblich, und ich konnte mit Sicherheit nur so viel feststellen, dass die Entwickelung der Bastardlarven in der Regel nicht annähernd so schnell vor sich ging wie diejenige beider elterlichen Larven, und dass in Folge dessen zwischen Bastard- und gleichalterigen elterlichen Larven fast immer ein erheblicher Größenunterschied bestand. Von Vernon's Ansicht aber, welche er in seiner schon mehrfach erwähnten Arbeit wie folgt äußert: ». . . . both types of larva appear to have a tendency to approach a size intermediate between that of the parent forms« (3, pag. 472), konnte ich mich keineswegs überzeugen, und ich muss diesen Satz als unzutreffend bezeichnen.

Die größte Bastardlarve, welche ich in meinen Zuchten fand, war 0,332 mm lang und hatte ein Alter von acht Tagen, während die größte der gleichalterigen *Strongylocentrotus*-Larven 0,405 mm lang war; von den im selben Alter befindlichen *Sphaerechinus*-Larven erreichte ein Thier mit einer Länge von 0,433 mm die bedeutendste Größe.

Die Pigmentirung meiner Bastardlarven verhielt sich ebenso variabel wie diejenige beider elterlichen Larvenformen. Schon bei 48 Stunden alten Bastardlarven fand ich einige wenige Pigmentflecken vor, während die im Alter von vier Tagen befindlichen Thiere in der Regel eine schon ziemlich auffallende Pigmentirung besaßen, welche diejenige sehr vieler siebentägiger an Stärke übertraf. Pigmentlose Larven habe ich auch hier beobachtet. Desshalb konnte ich auch bei den Bastardlarven in der Stärke der Pigmentirung ein besonderes Alterszeichen nicht erkennen.

Was den inneren Bau der Bastardformen anbetrifft, so verhielt auch dieser sich außerordentlich variabel. Das Skelet war nicht

immer auf beiden Seiten der Larve symmetrisch entwickelt, bald war beispielsweise der eine Scheitelstab schlank, der andere keulig verdickt, der eine glatt und erheblicher Fortsätze entbehrend, der andere stark verästelt. Dasselbe unsymmetrische Verhalten fiel außerordentlich häufig in den beiderseitigen Armgerüsten auf, und es hatten die beiden Skelethälften auch in ihrer Gesammtheit, was Längenwachsthum anbetrifft, nicht immer gleichen Schritt mit einander gehalten, so dass eine sehr große Anzahl unsymmetrischer Bastardformen entstehen konnte.

In Fig. 38—47 habe ich eine Anzahl von Scheitelstäben aus Larven verschiedenen Alters dargestellt, welche einige der vielen verschiedenartigen Formen repräsentiren, die ich in meinen Zuchten antraf. Stabförmige, gleichmäßig starke Scheitelstäbe wechseln mit solchen ab, welche an ihren Enden mehr oder weniger verdickt erscheinen; es kommen hier aber nie so starke, keulige Verdickungen vor, wie manche *Strongylocentrotus*-Larven sie besitzen, und wie ich solche in Fig. 10 und 11 gezeichnet habe. Meistens tragen die Scheitelstäbe der Bastardlarven an ihrem dem freien Ende zu gelegenen Abschnitte kleinere oder größere Fortsätze, welche sowohl abwärts als auch aufwärts gegen den Scheitel gerichtet sein können, eine etwas regelmäßigere Anordnung aber nur selten (z. B. in Fig. 35) erkennen lassen. Die meisten der Stäbe sind ziemlich gerade gestreckt, doch kommen auch solche vor, welche sich durch eine erhebliche Krümmung ihres dem freien Ende zu gelegenen Abschnittes auszeichnen (Fig. 32). Die Verzweigungen der Scheitelstäbe treten bei den Bastardlarven nicht in einem bestimmten Alter auf. Man trifft dieselben ebenso bei viertägigen wie bei acht Tage alten Larven an, und man kann sich davon bei der Vergleichung meiner Bilder überzeugen. Die in Fig. 42—45 und 47 gezeichneten Stäbe entstammen vier- bis fünftägigen Larven einer und derselben Zucht, und in Fig. 38 und 40 habe ich zwei Stäbe gezeichnet, die den Larven ebenfalls einer und derselben Zucht angehören; obgleich diese Thiere schon sechs bis sieben Tage alt waren, sind ihre Stäbe schlank und entbehren größerer Fortsätze, während der in Fig. 46 gezeichnete Stab, der einer achttägigen Larve der gleichen Zucht eigen war, sich durch seine starke Verzweigung auszeichnet. Es hat also innerhalb der einzelnen Zuchten und bei Thieren gleichen Alters eine überaus große Variabilität in dem Bau der Scheiteläste statt.

Auch das Verhalten beider Scheitelstäbe zu einander variirte. Bei den meisten Bastardlarven näherten sich die im Scheitel liegenden

Enden einander mehr oder weniger, bei einer nicht geringen Anzahl deckten sich dieselben auch zum Theil oder kreuzten sich sogar. In manchen Fällen sah ich, dass diese Stäbe sich durch einen ziemlich geraden Verlauf auszeichneten und nur wenig konvergirten, so dass die zwischen ihren freien Enden liegende Entfernung eine nicht unbeträchtliche blieb (Fig. 33). In einem einzigen Falle habe ich beobachtet, dass die beiden vollkommen gleichmäßig schlanken Scheitelstäbe mit ihren gegen einander gekrümmten Enden verwuchsen und Fortsätze aussandten, welche die Tendenz zeigten, sich an der Bildung eines Scheitelrahmens zu betheiligen; ich habe diese Larve in Fig. 35 gezeichnet. Dieselbe fällt durch ihre große Ähnlichkeit mit der mütterlichen Larve auf; da sie aber bereits in einem Alter von sechs Tagen steht, so bleibt sie in ihrer Größe erheblich hinter derjenigen zurück, welche die meisten gleichalterigen *Sphaerechinus*-Larven besitzen.

Die Analäste meiner Bastardlarven bestanden meist aus mehreren parallelen Stäben, jedoch habe ich in fast allen Zuchten auch einige solche Larven gefunden, welche sich durch einen einzelnen, im Analarm vorhandenen Stab auszeichneten. In Fig. 31 habe ich eine solche Larve gezeichnet, und es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Larve der väterlichen Form außerordentlich ähnlich ist. Auch Vernon sah solche Larven und meint, es wäre geradezu unmöglich, sie von den *Strongylocentrotus*-Larven zu unterscheiden (3, pag. 472). Leider hat dieser Autor eine Abbildung solcher Larven nicht gegeben, und ich will desshalb auch nicht behaupten, dass seine Beobachtung unrichtig war. Ich will hier aber feststellen, dass ich im Gegensatze zu Vernon ein Unterscheidungsmerkmal bei solchen mit einfachem Armskelet begabten Bastardlarven fast immer gefunden habe. Denn während bei sonst normal entwickelten *Strongylocentrotus*-Larven[1]) der einzeln vorhandene Analstab stets von dem Scheitelstabe entspringt, inserirt sich dieser bei den mit einzelnem Analaste versehenen Bastardlarven fast immer in der Gabelungsstelle des primären

[1]) Dass *Strongylocentrotus*-Larven vorkommen, deren in Einzahl vorhandene Analstäbe aus der Theilungsstelle des primären Dreistrahlers entspringen, habe ich schon oben erwähnt; jedoch ist auf dieses Vorkommnis hier weniger Gewicht zu legen. Denn unter den mir in so großer Zahl zur Verfügung stehenden väterlichen Larven habe ich nur zwei oder drei derartige Thiere gesehen, und diese wiesen neben ihrer ganz ungewöhnlichen Beschaffenheit des Analarmskelets sowohl im Bau ihrer gesammten übrigen Skeletteile und ihres Darmtractus als auch in ihrer äußeren Form solch hochgradige Abnormitäten auf, dass sie zweifellos als Missbildungen aufgefasst werden müssen.

Dreistrahlers, wie dies auch aus Fig. 31 ersichtlich ist. Nur bei zwei Bastardlarven sah ich, dass dieser Einzelstab direkt vom Scheitelstabe seinen Ursprung nahm, und in diesen beiden Fällen, von denen ich einen in Fig. 48 zur Anschauung bringe, wies der Scheitelstab an dieser Ursprungsstelle des Analastes eine ungewöhnliche Beschaffenheit auf, welche durch die Zeichnung hinreichend erläutert wird.

Für dies merkwürdige Verhalten der in Einzahl vorhandenen Analstäbe glaube ich nun eine Erklärung geben zu können. Sind nämlich zwei Analstäbe im Armgerüst vorhanden, so entspringt einer derselben in der Regel direkt aus der Theilungsstelle des primären Dreistrahlers. Diese beiden Stäbe sind entweder gleich lang (Fig. 52), oder der eine Stab übertrifft den anderen an Länge; manchmal ist der kürzere Stab der normaler Weise vom Scheitelaste entspringende, wie dies Fig. 51 zeigt. Nicht selten nun kann dieser die normale Ursprungsstelle besitzende Analstab im Wachsthum ganz erheblich zurückbleiben, so dass er nur noch als kleiner, am Scheitelstabe befindlicher Höcker angedeutet erscheint (Fig. 50), während der eigentliche überzählige Stab eine bedeutende Länge erreicht, ähnlich wie ich dies Verhalten bei manchen, mit einem doppelten Analaste versehenen *Strongylocentrotus*-Larven beobachtet hatte (Fig. 25). Stellen wir uns nun vor, dass auch diese den normalen Analstab markirende, winzige Anlage gänzlich schwindet, so haben wir den Einzelstab vor uns, wie er uns in Fig. 49 entgegentritt, und wie er bei den Bastardlarven öfters zu unserer Beobachtung gelangt. Es lässt sich mithin das in Fig. 49 wiedergegebene Vorkommnis ohne Weiteres aus Fig. 52 ableiten, und es bleibt somit nur diejenige Thatsache merkwürdig, dass diejenigen Fälle so selten vorkommen, in welchen das umgekehrte Verhältnis statt hat, wo also der aus der Theilungsstelle der drei ältesten Äste des Kalkskelets entspringende Stab schwindet, und der am Scheitelstabe sich inserirende Analast eine volle Entwickelung erreicht. — Auf dieses Verhalten des Armgerüstes werde ich später noch einmal zurückzukommen haben.

In weitaus den meisten Fällen besaßen meine Bastardlarven zwei oder drei, seltener vier isolirt verlaufende Kalkstäbe. Aus den Fig. 48—63, 34 und 35 gehen die verschiedenen Eigenthümlichkeiten, welche man hierbei beobachten kann, ohne Weiteres hervor; diese Bilder legen in ihrer Reihenfolge dar, wie bei den Bastardlarven alle möglichen Übergänge vom ganz einfachen Analarmgerüst, das demjenigen der *Strongylocentrotus*-Larve ähnlich sieht, bis zu dem komplicirten Gitterstabe der *Sphaerechinus*-Larve vorkommen. Die

Insertionspunkte der in Mehrzahl vorhandenen Analäste liegen also, wie bereits erwähnt, in der Regel an denselben Stellen wie bei den mit überzähligen Analstäben behafteten *Strongylocentrotus*-Larven, nämlich an den Scheitelstäben, und nur einer von ihnen entspringt aus der Theilungsstelle des primären Dreistrahlers. Seltener entspringen beim Vorhandensein zweier Stäbe alle beide vom Scheitelstabe (Fig. 53).

Nun kommen hier, und ich habe dies, wie schon früher erwähnt, bei sonst normal entwickelten väterlichen Larven nie gesehen, auch Fälle vor, in welchen die drei einzelnen Stäbe eines Analastes zu voller und gleichmäßiger Entwickelung gelangen (Fig. 55), oder wo ein resp. zwei Stäbe von dem analen Querstabe entspringen (Fig. 56, 34 und 35), oder aber einer der drei Äste an dem horizontalen Seitenstabe sich inserirt (Fig. 57 und 35), so dass alsdann die Stäbe des Analarmskelets nicht mehr in einer Ebene liegen. Ferner habe ich gesehen, dass manchmal die Analstäbe sich gabelten, oder dass ein Stab mit dem ihm parallel laufenden konfluirte, wie dies auch bei väterlichen Larven vorkommt. Bei nicht vielen Bastardlarven sah ich Verbindungsbrücken in verschiedener Anzahl in einem oder beiden Analarmen auftreten. Solche Larven fanden sich in mehreren Zuchten, und ich habe in mehreren Skizzen dargestellt, in welcher Weise diese Querbrücken sich in der Regel anordnen. Meist sind, wie dies auch bei *Strongylocentrotus*-Larven ganz selten vorkommt, bloß ein oder zwei derselben vorhanden (Fig. 59—62), und nur sehr selten wird diese Zahl um wenige Einheiten übertroffen (Fig. 63). Die Larven, welche ich in Fig. 34 und 35 dargestellt habe, sind die beiden einzigen mit so hoch entwickelten Gitterstäben versehenen Bastardlarven, welche ich überhaupt gefunden habe. Sie sind fünf und sechs Tage alt und stammen aus ebenderselben Zucht wie die in Fig. 31—33 skizzirten Thiere.

Hier möchte ich noch auf einen Punkt hinweisen, welchen Vernon in seiner schon vielfach erwähnten Arbeit betont, indem er von den Bastardlarven sagt: »Still again, the anal arm skeleton may vary, the three rods composing it being spread out more widely than usual and all lying in the same plane, or being considerably shortened« (pag. 470). Dass diese Behauptung Vernon's auf Irrthum beruht, geht schon aus meinen Ausführungen zur Genüge hervor. Denn solche Fälle, in welchen alle Stäbe des Analarmgerüstes in einer Ebene liegen und sich weiter ausbreiten wie gewöhnlich, kommen auch bei mütterlichen Larven vor (Fig. 26), und umgekehrt liegen

die Analstäbe derartiger Bastardlarven durchaus nicht immer in einer Ebene, dieselben brauchen auch nicht immer beträchtlich verkürzt zu sein, wie dies aus Fig. 34 und 35 ersichtlich ist.

Ferner erwähne ich noch einen Umstand, welchen VERNON bei der Beurtheilung seiner Bastardlarven hervorhebt, indem er sagt, er habe als eine allgemeine Regel gefunden, dass, je mehr die Bastarde von den Querstäben in ihrem Armgerüste besaßen, um so größer die wirkliche Länge ihrer Arme war und um so kleiner die Länge des Körpers (4, pag. 469). Dass dies durchaus nicht immer der Fall ist, kann ich leicht beweisen. Denn es war das Verhältnis zwischen Körper- und Armlänge bei meinen Bastardlarven ein so variables, dass eine Regel darüber sich überhaupt nicht aufstellen ließ. Bei weitaus den meisten meiner Bastardlarven, gleichviel ob ihre Analäste Querbrücken besaßen oder nicht, trat die Länge der Arme gegen diejenige des Körpers zurück, bei ziemlich vielen waren Körperskelet und Armgerüst an Länge gleich, und nur der kleinste Theil der Bastarde besaß Arme, welche das Körperskelet an Länge übertrafen. Merkwürdiger Weise hatten nun gerade diejenigen meiner Larven, welche einige Querbrücken in ihrem Armgerüst trugen, im Verhältnis zu ihrem Rumpf fast durchweg eine auffallend geringe Armlänge, und ich habe die in Fig. 37 gezeichnete Larve, welche dies Verhältnis deutlich zeigt, nicht etwa besonders dieserhalb ausgesucht; ich habe noch mehrere ähnliche Larven gesehen, deren Armlängen sogar noch kürzer waren als diejenigen der in Fig. 37 dargestellten Form.

VERNON ist nun der Ansicht, dass die *Sphaerechinus*-Larven in der Regel ein Armgerüst besitzen, welches doppelt so lang ist wie das Rumpfskelet, während bei den *Strongylocentrotus*-Larven Arm- und Rumpfskelet an Länge einander gleich kommen. Seiner Meinung nach haben nun die Bastardlarven, welche Querbrücken tragen, eine gewisse Ähnlichkeit mit den mütterlichen Larven, und diese Annäherung an die mütterliche Form wird mit dem Steigen der Zahl der Querbrücken größer werden, so dass diese Bastardlarven auch bezüglich ihrer Armlängen mehr dem von VERNON angenommenen Typus der mütterlichen Larven sich nähern müssen. Demnach müssten nun diejenigen Larven, welche bloß einen Einzelstab im Analarm führen, in ihrer Armlänge mehr dem von VERNON angenommenen *Strongylocentrotus*-Typus sich nähern, sie müssten also kürzere Arme haben als die mit Gitterstäben versehenen Bastardlarven. Dass dies aber eine irrthümliche Behauptung VERNON's ist, beweisen meine Beobachtungen. Denn während die mit Gitterstäben versehenen Bastardlarven

zumeist kurze Arme hatten, besaßen die mit nur einem Analstabe begabten Bastarde meistens eine ziemlich beträchtliche Armlänge; und so habe ich in Fig. 31 eine derartige Larve mit einfachem Analarmskelet gezeichnet. Dieses Thier hat auffallend entwickelte Arme, und der eine seiner Analarme ist sogar noch länger als der kürzere derjenigen beiden Arme, welche dem in Fig. 35 gezeichneten, mit sehr vielen Querbrücken versehenen Bastard angehören. Ein weiterer Beweis für die Hinfälligkeit der Behauptung VERNON's geht schon aus dem Vergleiche der beiden vier und fünf Tage alten, in Fig. 36 und 37 skizzirten Larven hervor. Denn wenn auch beide Larven in ihrer Entwickelung als nicht ganz gleichwerthig zu erachten sind, so erkennt man doch auf den ersten Blick, dass das Analarmgerüst des in Fig. 36 dargestellten Thieres an Länge den Scheitelstäben ungefähr gleich kommt, obschon nur eine Querbrücke darin vorhanden ist (Fig. 36 *x*), während bei der in Fig. 37 gezeichneten Larve, welche mehrere Verbindungsbrücken zwischen den Analstäben trägt, umgekehrt die Analarme gegenüber dem Rumpf fast ganz zurücktreten. Schon hiermit habe ich einen hinreichenden Beweis dafür geliefert, dass VERNON's diesbezügliche Annahmen auf Irrthum beruhen, und dass man durch Tabellen und Zahlen, wie dieser Autor sie für die Bastardlarven angiebt, bei der überaus großen Variabilität des Körperbaues zu einer richtigen Vorstellung niemals kommen wird.

Was die Oralstäbe betrifft, so verliefen dieselben bald, und zwar meistens, in konvergenter, bald in divergenter Richtung, seltener lagen beide parallel zu einander. Sie waren in den meisten Fällen kürzer wie die Analstäbe, jedoch gelangten mir einige wenige Fälle zur Beobachtung, wo die Länge der Oraläste diejenige der im Übrigen ganz wohl entwickelten Analäste um ein nicht unerhebliches Stück übertraf; es hat eben, was das Verhältnis auch dieser Skelettheile der Bastardlarven anbelangt, wiederum eine überaus große Variabilität Platz gegriffen, so dass den Bau dieser Kalkstäbe betreffende Regeln nicht aufgestellt werden können. In einigen Fällen traf ich auch solche Larven an, bei welchen ein oder auch beide Oraläste nicht wie gewöhnlich abwärts, sondern in mehr oder weniger scharfer Krümmung aufwärts gegen den Scheitel gerichtet waren (Fig. 61), ein Verhältnis, wie ich es manchmal auch bei väterlichen Larven gesehen habe. Nicht ganz so selten konnte ich beobachten, wie die in üblicher Weise abwärts gewachsenen Oralstäbe kurz vor ihrem freien Ende einen kürzeren oder längeren, geraden Fortsatz aussandten, welcher mit seinem zugespitzten Ende nach der Medianebene

der Larve hin gerichtet war; ich habe einen solchen Fortsatz bei meinen Larven sowohl einseitig (Fig. 36) als auch beiderseits auftreten sehen, kenne aber kein Homologon dafür bei den elterlichen Larven.

Abanale Scheitelstäbe waren bei den Bastardlarven nicht oft vorhanden. Dieselben traten sowohl symmetrisch, paarig, als auch asymmetrisch in den Thieren auf. Bei einigen viertägigen Larven waren sie nur als kürzere, manchmal sogar ganz unscheinbare Fortsätze angelegt (Fig. 37), auffallender wurden sie erst bei wenigen sechs und sieben Tage alten Larven (Fig. 41 und 57), und die in Fig. 34 und 35 gezeichneten Thiere sind die einzigen meiner Bastardlarven, welche bedeutende, bis in den Scheitel reichende, entsprechende Skeletstäbe aufweisen konnten.

Was die analen Querstäbe betrifft, so kreuzten sie sich bei den meisten Larven, weniger oft wuchsen sie weit über die Medianebene der Larven hinaus ohne sich zu kreuzen, und es beruhte dies in vielen Fällen darauf, dass das Verhalten der beiderseitigen Skelethälften der Thiere asymmetrisch war, und in Folge dessen die Theilungsstellen der beiden primären Dreistrahler, also die Ausgangspunkte der analen Querstäbe in verschiedener Höhe lagen, so dass die Querstäbe an einander vorbei wachsen mussten. Ein derartiges asymmetrisches Verhalten beider Skelethälften tritt übrigens bei den Bastardlarven viel häufiger auf als bei den elterlichen Formen. Manchmal bleiben die analen Querstäbe auch so kurz, dass sie die Medianebene nicht erreichen, und nur selten verkitten sich ihre freien Enden mit einander (Fig. 35).

Endlich möchte ich noch einiger solcher Bastardformen Erwähnung thun, die sich ihres ganz abnormen Baues wegen auszeichneten. So fehlten z. B. in einem Falle beide analen Querstäbe und ein Analarm, in einem anderen Falle war der Scheitelstab einer Seite nur als kleiner Fortsatz angedeutet, während derjenige der anderen Seite vollkommen entwickelt war; auch der Oralast einer Seite konnte bei seltenen Gelegenheiten fehlen. Zwei Bastardlarven fielen mir durch ihren abnormen Bau ganz besonders auf. Beide befanden sich im Alter von fünf Tagen, besaßen einen vollkommen entwickelten, mit Mund und After versehenen Darm und zeichneten sich dadurch aus, dass die Skelethälfte der einen Seite vollkommen fehlte und nicht einmal in den kleinsten erkennbaren Spuren angelegt war, während die Skelethälfte der anderen Seite in allen Theilen einen Bau aufwies, wie man ihn bei wohl entwickelten Bastardlarven zu finden

pflegt. Von mehreren anderen abnormen Formen, die bei der Beurtheilung der Bastardlarven ebenso wenig in Betracht kommen wie die soeben beschriebenen, möchte ich nur noch eine Larve erwähnen, welche sich durch ihre hypertrophische Analarmgerüstbildung auszeichnete. Diese Larve war fünf Tage alt und von relativ bedeutender Größe. Während einer ihrer beiden Analarme drei Äste enthielt, besaß der andere Arm deren sieben, welche aus nur zwei Wurzeln entspringend theilweise den ganzen Arm durchzogen und noch fünf kürzere Zweige trugen, welche aufwärts in der Richtung gegen den Scheitel hin verliefen. Auffallend an dieser Larve war der Umstand, dass die sonst mit einer derartigen Hypertrophie Hand in Hand gehende Atrophie nur in so fern sich bemerkbar machte, als der anale Querstab einer Seite fehlte. Derartige Formen mit vielen Stäben in einem Analarme scheint übrigens T. H. Morgan schon beobachtet zu haben, denn er sagt: »The tendency then is to produce in the cross not an intermediate form of skeleton but a most variable form which often shows more rods in the arms than either of the two parent forms or even more than the sum of the two together« (14, pag. 277).

Schließlich will ich noch auf einige Beobachtungen aufmerksam machen, welche ich in Betreff der Kerngrößen bei meinen Bastardlarven gemacht habe. Veranlasst wurde ich zu diesbezüglichen Untersuchungen durch die Behauptung Boveri's, dass man es »einer abgetödteten und gefärbten Larve noch ansehen könne, ob ihr ein kernhaltiges oder kernloses Ei zu Grunde liegt, und zwar an der Größe ihrer Kerne«. Boveri stellt diese Behauptung bez. der Bastardlarven von *Echinus microtuberculatus* ♂ und *Sphaerechinus granularis* ♀ auf und beweist diesen Satz wie folgt: »Bei den befruchteten kernlosen Eifragmenten ist der erste Furchungskern, da er ja nur vom Spermakern gebildet wird, halb so groß als ein normaler erster Furchungskern, und dieser Größenunterschied erbt sich auf alle Nachkommen der Eizelle bis zum Larvenstadium fort. Wenn man nun von den mit *Echinus*-Samen befruchteten *Sphaerechinus*-Eiern und Eifragmenten gleichalterige Larven mit dem Bastardtypus und mit reinem *Echinus*-Typus abtödtet, so zeigen die letzteren stets beträchtlich kleinere Kerne als die ersteren« (5, pag. 79). Seeliger hat nun diese Ansicht Boveri's bereits widerlegt, indem er den Nachweis führte, dass »die Kerne gleichalteriger Bastardlarven, die aus ganzen kernhaltigen Eiern hervorgegangen sind, in ihren Größen überaus variiren, und dass diese Unterschiede im Volumen der Kerne bei

verschiedenen Larven häufig mehr als das Doppelte betragen« (2, pag. 213 u. f.). Einen auf diesen Nachweis SEELIGER's erfolgenden Angriff BOVERI's wies ersterer Autor in seinen »Bemerkungen über Bastardlarven der Seeigel« auf Grund wiederholter, strikter Untersuchungen bekanntlich zurück, und es war mir eine interessante Aufgabe, auch meine Bastardlarven auf ihre Kerngrößen hin zu prüfen. Und da bin ich denn zu ebendemselben Resultate gelangt, welches SEELIGER bei den Untersuchungen seiner Bastardformen erzielte. Ich habe mich bei der Prüfung der Kerngrößen nach den Grundsätzen SEELIGER's gerichtet, indem »ich nur solche Bastardlarven, die nach demselben Typus geformt« waren, neben einander stellte, »so dass sich die Bedingungen gleichen Alters, vollständig gleicher Größe (Volumen und Länge) bei gleichem Entwickelungsstadium erfüllen« ließen (1, pag. 514). Die Kerne, welche ich zum Vergleich heranzog, stammten wie diejenigen SEELIGER's aus dem ektodermalen Epithel der Leibeswandung und des Magens und zeichneten sich durch eine ganz erhebliche Variabilität ihrer Größe und Dichte aus. Ich habe Bastardlarven gesehen, die den väterlichen Larvenformen ähnelten und durch relativ große und dicht gedrängt stehende Kerne ausgezeichnet waren, während die Kerne ungefähr gleich großer und gleichalteriger, an die mütterlichen Thiere erinnernder Bastardlarven mitunter beträchtlich kleiner waren und auch weiter von einander entfernt lagen. Jedoch konnte ich auch vielfach das umgekehrte Verhältnis konstatiren, so dass ich zu dem Schlusse kam, dass bestimmte Regeln über das Verhältnis der Kerngrößen nicht zulässig sind.

Übrigens habe ich auch väterliche und mütterliche Larven hierauf hin geprüft und die interessante Thatsache feststellen können, dass auch hier eine ziemlich bedeutende Variabilität statt hat, indem die Kerne gleich großer und gleichalteriger, elterlicher Larven derselben Zucht durch verschiedene Größe und Dichte ihrer Kerne sich auszeichnen, so dass man eine diesbezügliche Regelmäßigkeit bei den Bastardlarven erst recht nicht wird erwarten können.

5. Die Vergleichung der Larvenformen.

Über die äußere Form ein volles Urtheil abzugeben, bin ich aus schon früher erwähnten Gründen nicht in der Lage. Ich habe unter meinen Bastardlarven ganz schlanke sowie ganz plumpe Formen und solche gefunden, welche zwischen beiden Extremen die Mitte hielten. Derselbe Befund ergab sich bei der Betrachtung der

elterlichen Larven, und nur die ganz schlanken Formen habe ich bei *Sphaerechinus*-Larven nicht angetroffen. Mit Sicherheit könnte ich desshalb die Vererbung der äußeren Form auf den Bastard dem Einflusse einer bestimmten, elterlichen Species nur dann zuschreiben, wenn der betreffende Bastard eine ganz schlanke Form besitzt, ähnlich derjenigen der in Fig. 1 gezeichneten *Strongylocentrotus*-Larve. In diesem Falle könnte man, vorausgesetzt, dass diese schlanken Larvenformen keine erst nach dem Tode in Folge der Konservirung erworbenen wären, nur von Vererbung einer väterlichen Eigenschaft sprechen. — Während ich es also dahingestellt sein lasse, ob eine Vererbung in dieser Richtung in der That statt hat, kann ich doch mit Sicherheit feststellen, dass ein plumpes Exterieur des Bastards wie von der mütterlichen so auch von der väterlichen Species ererbt sein kann. — In der Körpergröße blieben die Bastardlarven hinter den gleichalterigen elterlichen Larven in der Regel zurück, es wird aber dieser Umstand in Folge der auch hierin bestehenden Variabilität bei der Beurtheilung der Larven allein niemals ausschlaggebend sein können.

Bei der Vergleichung des Skelets muss ich natürlich ebenso wie bei der Beschreibung desselben die einzelnen Theile des Kalkgerüstes gesondert behandeln, da bei dem verschiedenartigen Bau der einzelnen Abschnitte desselben eine das Ganze umfassende, allgemeine Beurtheilung fürs Erste nicht angeht, da sie ungenau werden müsste.

Ich beginne daher mit dem Vergleich der Scheitelstäbe. Dieselben sind bei den Bastardlarven entweder gleichmäßig schlank und stabförmig oder an den Enden mehr oder weniger verdickt, oft sind sie auch gegen das freie Ende hin gekrümmt und können mit Fortsätzen und Verzweigungen versehen sein. Die in Betracht kommenden Stadien der *Strongylocentrotus*-Larven besitzen meistens an den freien Enden verdickte, manchmal auch gleichmäßig schlanke, sehr selten kleinere Verzweigungen tragende, aber niemals stark bogenförmig verlaufende Scheitelstäbe, während die *Sphaerechinus*-Larven stets gleichmäßig starke, oft regelmäßige Verästelungen tragende und nach den freien Enden zu meist erheblich gekrümmte Scheiteläste aufweisen; nur selten sind die Verzweigungen weniger regelmäßig (Fig. 26 und 27). Gleichmäßig schlanke Scheitelstäbe kommen also bei beiden elterlichen Formen vor, trägt desshalb ein Bastard eine derartige Skeletbildung, wie ich sie in Fig. 38 dargestellt habe, so ist mit Sicherheit nicht zu entscheiden, ob die

Bastardlarve diese Eigenthümlichkeit dem väterlichen oder mütterlichen Einflusse zu verdanken hat. Sind diese ziemlich gleichmäßig starken Skeletäste aber bogenförmig gekrümmt, so dass ein kuppelförmig abgerundeter Scheitel gebildet wird (Fig. 32), so ist anzunehmen, dass diese Bildung auf Vererbung einer mütterlichen Eigenschaft beruht. Scheitelstäbe dagegen, die an den Enden etwas verdickt sind, wie ich solche in den Fig. 39—41 gezeichnet habe, könnten von der väterlichen Larve ererbt sein, ebenso ist dies nicht unwahrscheinlich bei den keulig verdickten, gabelig gespaltenen Stäben (Fig. 42), da ich auch solche nur allein bei auf gleicher Entwickelungsstufe befindlichen *Strongylocentrotus*-Larven gesehen habe. Ebenso gut aber könnte man behaupten, diese in Fig. 39—42 skizzirten Scheitelstäbe seien durch Kombination eines sehr stark keulig geformten väterlichen und eines mütterlichen Stabes entstanden.

Scheiteläste dagegen, wie ich sie in Fig. 43—47 dargestellt habe, kommen bei mütterlichen Larven nie vor, und bei jüngeren *Strongylocentrotus*-Larven habe ich so starke Verzweigungen, wie sie in Fig. 44—47 wiedergegeben sind, nie gesehen. Solche Fortsätze traten bei jüngeren väterlichen Larven nur sehr selten auf (Fig. 14) und erreichten alsdann nur eine geringere Größe, welche derjenigen der in Fig. 43 gezeichneten Verästelungen ungefähr gleich kam. — Die keuligen Verdickungen der Enden dieser Stäbe sind wohl von den väterlichen Larven ererbt worden oder sind aus einer Kombination väterlicher und mütterlicher Eigenschaften entstanden. Auffallende Verzweigungen kommen aber nur allein den *Sphaerechinus*-Larven zu, könnten also auch nur von diesen auf Bastarde vererbt sein. Zwar sind diese Verästelungen der mütterlichen Larven meistens regelmäßiger angeordnet als diejenigen der Bastardlarven, aber es werden bei denjenigen *Sphaerechinus*-Larven, bei welchen kein Scheitelrahmen gebildet wird, mitunter auch die Verästelungen unregelmäßiger, so dass man vielleicht nicht unrichtig handelt, wenn man die Tendenz zu der starken Verästelung der Scheitelstäbe bei den Bastardlarven als ein mütterliches Erbstück ansehen wollte. Es würden sich demnach in solchen Bastardlarven auf dem Wege der Vererbung väterliche und mütterliche Eigenschaften summirt haben: die Verdickung des Scheitelstabendes wäre dem Einflusse väterlicher, die Verzweigungen desselben aber demjenigen mütterlicher Eigenthümlichkeiten zuzuschreiben. Dass eine derartige Beurtheilung dieses Verhältnisses aber durchaus keine sichere ist, liegt auf der Hand.

Das Verhalten der Scheitelstabenden zu einander war bei den

Bastardlarven sowie den elterlichen Thieren sehr variabel. Ich wies schon früher darauf hin, dass Eigenthümlichkeiten des Scheitels, welche bei einer von beiden elterlichen Formen in der Regel vorkommen, auch bei der anderen gelegentlich angetroffen werden, und es dadurch schwierig wird zu bestimmen, welcher von beiden elterlichen Species die Bastardlarven es zu verdanken haben, wenn ihre Scheitelstabendigungen die Eigenthümlichkeit besitzen, in dem einen Falle sich zu kreuzen, in dem anderen sich nur zu nähern und wiederum in anderen Fällen weit von einander entfernt zu bleiben; denn alle diese Eigenthümlichkeiten kommen sowohl bei väterlichen als auch mütterlichen Larven vor. Man könnte hier nur Vermuthungen hegen in so fern, als manche dieser Eigenschaften bei einer der elterlichen Formen häufiger und regelmäßiger auftreten als bei der anderen, so dass man hiernach sein Urtheil richten könnte. Kreuzen sich zum Beispiel die Scheitelstäbe einer Bastardlarve, so wird man vermuthen können, dass dies Verhalten von der väterlichen Larve ererbt sei; mit Sicherheit darf man dies aber nicht behaupten, da auch bei den *Sphaerechinus*-Larven mitunter solche Fälle vorkommen. Ich muss desshalb annehmen, dass nur bei solchen Bastardlarven der Einfluss einer bestimmten elterlichen Species mit Sicherheit festgestellt werden kann, bei welchen die Scheitelstabenden bogenförmig gegen einander wachsen, wie dies in Fig. 32 zur Anschauung gebracht ist, oder dieselben sogar die Tendenz zeigen, an der Bildung eines Scheitelrahmens sich zu betheiligen (Fig. 35). In diesen Fällen kann man mit Sicherheit sagen, dass bei dem Aufbau der betr. Theile des Bastardskelets vor Allem mütterlicher Einfluss zur Geltung gekommen ist.

Noch interessanter als der Vergleich der Scheitelstäbe ist derjenige des Armgerüstes meiner Larven. Wie ich schon an anderer Stelle erklärte, sind die Analäste sowohl der elterlichen als auch der Bastardlarven bezüglich ihres Baues außerordentlich variabel. In den Fig. 48—63 und in Fig. 34 und 35 habe ich die verschiedensten und hauptsächlichsten Formen von Analstäben meiner Bastardlarven zur Anschauung gebracht. Dieselben stellen in ihrem Bau eine fast ununterbrochene Kette dar zwischen demjenigen der Analäste normaler *Strongylocentrotus*-Larven und normaler *Sphaerechinus*-Larven. Die in den Fig. 51—54 und 58 dargestellten Analstäbe meiner Bastardlarven entsprechen beinahe aufs Haar den in Fig. 17—21 und 25 dargestellten Analästen meiner *Strongylocentrotus*-Larven. Analäste, welche den in Fig. 22 und 23 gezeichneten in so fern gleichen, als

zwei Stäbe konfluiren, oder ein Stab sich gabelt, kommen auch bei meinen Bastardlarven vor. Für den in Fig. 24 gezeichneten Analast einer *Strongylocentrotus*-Larve konnte ich leider kein ihm ganz genau entsprechendes Vergleichsobjekt unter den Bastardlarven ausfindig machen. Desshalb ist es wohl kein Fehler, wenn ich ihm die in Fig. 59–62 gezeichneten Analäste von ungefähr gleichalterigen Bastardlarven gegenüberstelle, da es mir hier ja nur darauf ankommt zu zeigen, dass bei den *Strongylocentrotus*-Larven ebenso wie bei den Bastardlarven Querbrücken im Analarmgerüst vorkommen können. Man sieht, dass in jedem der in Fig. 59—62 dargestellten Armgerüste ein bezw. zwei Verbindungsäste zwischen den Einzelstäben auftreten, während der in Fig. 24 dargestellte Analast einer väterlichen Larve ebenfalls zwei Querbrücken aufweist. Fig. 55—57 stellen die Analäste dreier Bastardlarven vor, wie mir derartige Gebilde bei gleichwerthigen, väterlichen Larven nie zur Beobachtung kamen, denn einmal kommen bei *Strongylocentrotus*-Larven solche Fälle nicht vor, wo alle drei Stäbe eines Analastes, den ganzen Arm durchziehend, gleiche Länge besitzen, und zweitens liegen in Fig. 56 und 57 die Ursprungsstellen der Einzelstäbe anders als bei väterlichen Larven. Dass die in Fig. 63, 34 und 35 gezeichneten Analarmgerüste mit denjenigen väterlicher Larven nicht mehr in Parallele zu stellen sind, sondern dass diese Skelettheile wie auch die in Fig. 55—57 abgebildeten deutliche Spuren des mütterlichen Einflusses erkennen lassen und zum Theil bei den mütterlichen Larven sogar Homologa finden, ersieht man ohne Weiteres aus den Zeichnungen. Überblickt man nun nochmals die ganze Reihe dieser Analastbildungen und zwar in der Folge, wie sie die Fig. 48—63 und 34 und 35 darstellen, so erkennt man auf den ersten Blick, dass die Bastardformen zwischen väterlichen und mütterlichen Larven bezüglich dieses Skeletabschnittes durchaus nicht die Mitte halten. Denn es ist die Variabilität sowohl väterlicher als auch mütterlicher Larven so groß, dass gewisse individuelle Varietäten der beiden elterlichen Larven zwischen dem extremen männlichen und weiblichen Typus die Mitte halten oder mit anderen Worten: das gewissen *Sphaerechinus*-Larven angehörende Skelet oder bestimmte Theile desselben sehen demjenigen gewisser *Strongylocentrotus*-Larven außerordentlich ähnlich. Es halten die Bastardlarven die Mitte nur zwischen den Extremen der väterlichen und mütterlichen Larven. Die in Fig. 48—54 und 58—62 gezeichneten Analäste finden bei den *Strongylocentrotus*-Larven ihr Homologon, und auch das in Fig. 49 gezeichnete Verhältnis kommt in seltenen

Fällen bei väterlichen Larven vor. Dagegen finden sich den in Fig. 55—57, 59—63, 34 und 35 dargestellten Armgerüsten entsprechende Skeletgebilde bei den *Sphaerechinus*-Larven, denn ich habe, wie schon früher erwähnt, unter letzteren Thieren solche gefunden, die im Verhältnis zu ihrer Größe, ihrem Alter und der Entwickelung ihrer Arme eine nur ganz minimale Anzahl von Querbrücken in den Analarmen aufwiesen (Fig. 30), ja, es konnten die Querbrücken sogar ganz fehlen (Fig. 27). Was den Ursprung der parallelen Einzelstäbe bei *Sphaerechinus granularis* anbelangt, so habe ich bereits früher darauf hingewiesen, dass derselbe sich mitunter ändert, und wie bei vielen Bastardlarven (Fig. 55, 56) die einzelnen Stäbe ausnahmsweise in einer Ebene liegen können (Fig. 26); auch die Zahl dieser Einzelstäbe kann wie bei den Bastardlarven so auch schon bei den mütterlichen Larven gelegentlich wechseln. Das in Fig. 34 gezeichnete Armskelet einer Bastardlarve entspricht ähnlichen, bei mütterlichen Larven vorkommenden Bildungen, z. B. ungefähr dem in Fig. 26 dargestellten Armgerüst, während die Analäste der in Fig. 35 dargestellten Bastardlarve von denjenigen normaler mütterlicher Larven bez. ihres Baues sich gar nicht unterscheiden. — Die in Fig. 59—62 gezeichneten Skelettheile finden sowohl bei väterlichen als auch mütterlichen Larven ihr Homologon.

Diese Ausführungen betr. den Vergleich der Analäste lehren nun, dass es durchaus nicht so leicht ist, eine Bastardlarve zu beurtheilen, wie Vernon glaubt.

Steht mir nur ein einzelner Bastard Zwecks Begutachtung zur Verfügung, so werde ich mit Sicherheit nur selten denselben beurtheilen können. Soll ich z. B. die in Fig. 33 gezeichnete Larve beurtheilen, so kann ich gar nicht wissen, ob nur allein väterliche Eigenschaften sich vererbt haben, denn ähnliche Formen kommen auch bei *Strongylocentrotus*-Larven vor, oder ob die überzähligen Stäbe des Armskelets mütterliche Erbstücke sind, ob bei der Bildung des Armgerüstes dieser Larve vielleicht gar mütterlicher Einfluss allein thätig war, denn es giebt *Sphaerechinus*-Larven, welche nur zwei Stäbe im Analarme tragen, und solche, deren Analäste der Querbrücken völlig entbehren. Ich kann mir in dergleichen Fällen nur dann ein sicheres Urtheil erlauben, wenn ich nicht nur über eine, sondern über mehrere solche Schwesterlarven verfüge, denn alsdann kann ich aus der Häufigkeit des Auftretens eines doppelten oder dreifachen Armgerüstes mit ziemlicher Sicherheit schließen, dass mütterlicher Einfluss bei der Vererbung eine erhebliche Rolle gespielt

hat. – Mit absoluter Sicherheit kann man, wenn es gilt einzelne Larven zu beurtheilen, nur in den Fällen, welche ich in Fig. 31, (34 und) 35 gezeichnet habe, also den Anfangs- und Endgliedern meiner eine geschlossene Kette bildenden Bastardlarven, die Behauptung aussprechen, dass hier die Vererbung des väterlichen bez. mütterlichen Typus fast ganz allein ausschlaggebend gewesen ist. In allen anderen Fällen aber ist eine diesbezügliche Behauptung unstatthaft, denn ich habe gezeigt, dass fast alle den Bastarden zugehörenden Armskelette, welche ich gezeichnet habe, entweder bei väterlichen oder bei mütterlichen Larvenformen mehr oder weniger oft auftreten können, wesshalb man in allen diesen Fällen bez. der Vererbung nur hypothetische Deutungen zu geben vermag. So könnte man z. B. sagen, dass die in Fig. 51—54 gezeichneten Armgerüste von der väterlichen Species ererbte Bildungen seien, während man andererseits mit gleichem Rechte behaupten könnte, diese Kalkskelette seien durch Kombination väterlicher und mütterlicher Charaktere entstanden, also gewissermaßen in Folge Reduktion des normalen, dreikantigen, gegitterten Analastes der *Sphaerechinus*-Larve durch den aus einem Einzelstabe bestehenden Analast der *Strongylocentrotus*-Larve oder umgekehrt in Folge Hinzutretens eines Theils des komplicirten Armgerüstes der *Sphaerechinus*-Larve zu dem einfachen Armgerüste der normalen *Strongylocentrotus*-Larve. Ja, man müsste sogar noch einer weiteren Erwägung Raum gewähren, wollte man die in Fig. 59—62 dargestellten Armgerüste einer Beurtheilung unterziehen, denn diese können sowohl ein väterliches als auch mütterliches Erbtheil sein, und drittens können sie aus einer Kombination väterlicher und mütterlicher Charaktere hervorgehen.

Nunmehr muss ich noch einmal auf den Fall hinweisen, in welchem die Bastardlarven einen einzelnen Stab im Analarme tragen. Ich habe schon erklärt, dass dieser einzelne Stab bei den Bastardlarven fast immer aus der Gabelungsstelle des primären Dreistrahlers seinen Ursprung nimmt. Obwohl nun dies Verhältnis bei den *Strongylocentrotus*-Larven in der Regel nicht zutrifft, habe ich mich doch nicht gescheut, den Analästen solcher Bastardlarven den väterlichen Charakter zu Grunde zu legen. Denn einmal habe ich bei mütterlichen Larven ein so einfaches Armgerüst niemals gesehen, und zweitens wüsste ich gar nicht, wie ich es begründen sollte, wollte ich annehmen, dass hier der Einfluss mütterlicher Larven eine erwähnenswerthe Rolle gespielt hätte. Desshalb ziehe ich in diesem Falle auch nur väterliche Vererbungskraft in Betracht. Ich habe

früher schon mitgetheilt, dass in sehr seltenen Fällen der einzeln vorhandene Analstab von *Strongylocentrotus*-Larven aus der Theilungsstelle des primären Dreistrahlers seinen Ursprung nehmen kann, — dies aber nur bei vollkommen missgebildeten Thieren. Häufiger habe ich nun bemerkt, dass neben diesem eigentlich überzähligen Stabe noch ein kürzerer zweiter Stab auftreten konnte, wie ich dies in Fig. 25 angedeutet habe, welch letzterer an der normalen Ursprungsstelle des Analstabes sich inserirte. Dieser an normaler Stelle entspringende Stab konnte manchmal so kurz werden, dass er nur noch als unbedeutender Fortsatz zu erkennen war; und in Folge dessen hat sich bei mir die Ansicht entwickelt, dass das Armgerüst einer väterlichen Larve, dessen in Einzahl vorhandener Stab aus der Theilungsstelle des primären Dreistrahlers entspringt, auf die Weise entstanden ist, dass der eigentliche, normale Stab gänzlich zurückgeblieben ist und fehlt, wohingegen der eigentliche überzählige, aus der Gabelungsstelle der drei ältesten Äste des Kalkskelets entspringende Stab zur vollen Entwickelung gelangt ist. Dies Verhältnis wird um so leichter verständlich, als ich ja nur bei abnorm gestalteten und im Wachsthum zurückgebliebenen *Strongylocentrotus*-Larven derartige Befunde gemacht habe. Selbst bei sonst normal gebauten väterlichen Larven besitzt ja, wie schon oben erwähnt, der aus der Theilungsstelle des primären Dreistrahlers ausnahmsweise seinen Ursprung nehmende überzählige Analast nicht ganz selten mehr Wachsthumsenergie als der normal angelegte Kalkstab (Fig. 25). Da nun bei den in Frage kommenden missgebildeten *Strongylocentrotus*-Larven das ganze Skeletsystem ein reducirtes war, so ist es nicht auffällig, dass der an normaler Stelle entspringende, aber manchmal wenig Wachsthumsenergie zeigende Analstab hier vollkommen zurücktreten konnte, während der eigentlich überzählige, aus der Theilungsstelle des primären Dreistrahlers entspringende Analstab ganz allein zur Entwickelung kam.

Dasselbe Verhältnis, welches ich soeben als für die väterliche Larve gültig erklärt habe, tritt nun meines Erachtens auch bei den Bastardlarven auf, mit dem einzigen Unterschiede, dass dergleichen Fälle hier häufiger zur Beobachtung gelangen als bei *Strongylocentrotus*-Larven, und dass die mit einfachem Analarmgerüste ausgestatteten Bastardlarven in den meisten Fällen keine Missbildungen, sondern wohl entwickelte Thiere sind. Man erkennt den Übergang vom doppelten zum einfachen Armgerüst des Bastards, wenn man Fig. 52, 51, 50 und 49 in gleicher Reihenfolge, wie ich sie hier angebe, einer Betrachtung unterzieht.

Was nun den Umstand anbelangt, dass solche Fälle, in welchen der normal angelegte Analstab gegenüber dem überzähligen Analstabe an Länge erheblich zurücktritt, bei Bastardlarven häufiger vorkommen als bei *Strongylocentrotus*-Larven, so glaube ich auch hierfür eine Erklärung geben zu können. Denn da ich vor Kurzem feststellte, dass bei normal gebauten väterlichen Larven der aus der Theilungsstelle des primären Dreistrahlers ausnahmsweise seinen Ursprung nehmende überzählige Analast nicht ganz selten mehr Wachsthumsenergie zeigte als der normal angelegte Kalkstab (Fig. 25), so ist es recht gut möglich, dass eine in dieser Weise zum Ausdruck kommende Energie von der väterlichen Species mitunter vererbt wird, und in Folge dessen bei derartigen Bastardlarven der aus der Gabelungsstelle des primären Dreistrahlers entspringende Analast den anderen, vom Scheitelstabe entspringenden an Länge weit überflügelt (Fig. 51) oder ihn sogar gänzlich verdrängt (Fig. 50, 49 und 31). Der letztere Umstand tritt nun aber bei wohl entwickelten Bastardlarven auf, jedoch nicht auch bei sonst normal gebauten väterlichen Formen, und dies Verhalten hat wohl seinen Grund darin, dass die Entwickelungsfähigkeit und Wachsthumsenergie der Bastardlarven nicht annähernd derjenigen der elterlichen Formen gleich kommt. Es bleiben alle Theile des Bastards in ihrer Entwickelung hinter denjenigen der elterlichen Larven zurück, und es wird somit erklärlich, dass Skelettheile, welche bei der im Übrigen wohl entwickelten väterlichen Larve im Wachsthum nur um ein Gewisses zurückgeblieben waren — wie z. B. der eine Analstab in Fig. 25 zeigt — bei ihrer Vererbung auf den Bastard noch viel mehr an Wachsthumsenergie einbüßen müssen und ganz rudimentär werden oder überhaupt vollkommen schwinden.

Ich glaube daher mit Recht behaupten zu können, dass das einfache Analarmgerüst meiner Bastardlarven ein Erbstück der väterlichen Larve ist, obschon die Ursprungsstelle des Stabes als eine ungewöhnliche erscheint.

Das Verhalten der Oralstäbe und analen Querstäbe zur Beurtheilung der Bastardlarven heranzuziehen, erscheint aus dem Grunde überflüssig, weil diese Skelettheile sowohl bei elterlichen als auch bei Bastardlarven so außerordentlich variabel sind, dass eine bestimmte Regel über das Princip ihrer Vererbung nicht aufgestellt werden kann, und sie keinen Anhaltspunkt für die Beurtheilung der Bastardlarven bieten. In welcher Weise diese Kalkgebilde variiren, habe ich schon an anderer Stelle ausführlich behandelt.

Bemerken will ich noch, dass ich die in der Nähe des freien

Endes der Oraläste entspringenden, gegen die Medianebene gerichteten, beiderseits oder nur asymmetrisch (Fig. 36) vorhandenen Fortsätze niemals bei elterlichen, sondern nur gelegentlich bei Bastardlarven angetroffen habe. Vielleicht lassen diese Skeletgebilde sich als Anlagen von abanalen Scheitelstäben deuten, deren Ursprungsstelle an das freie Ende des Oralastes verlagert ist.

Was endlich die abanalen Scheitelstäbe betrifft, so bemerkte ich schon früher, dass unter meinen Bastardlarven sich nur zwei Exemplare befanden, bei welchen diese Stäbe einer- resp. beiderseits wohl ausgebildet waren, und ich habe diese beiden Thiere in Fig. 34 und 35 wiedergegeben. Da derartig weit entwickelte abanale Scheitelstäbe niemals bei gleichwerthigen *Strongylocentrotus*-Larven, sondern nur bei *Sphaerechinus*-Larven vorkommen, so ist auch mit Sicherheit anzunehmen, dass dieses eine von mütterlicher Seite geerbte Eigenschaft ist. — Kürzere, die abanalen Scheitelaste in ihren Anlagen andeutende, symmetrisch oder asymmetrisch in den Bastardlarven auftretende Fortsätze habe ich als manchmal zu beobachtende Vorkommnisse bereits beschrieben. Da nun auch die väterlichen Larven zuweilen solche Kalkstäbchen besitzen, während die mütterlichen Larven derselben mitunter entbehren können, so wird man mit absoluter Sicherheit nicht entscheiden können, ob es sich bei derartigen, mit solch kurzen Fortsätzen versehenen Bastardlarven (Fig. 37) um ein vom väterlichen oder mütterlichen Organismus ererbtes Besitzthum handelt.

Ich habe nunmehr den Nachweis geführt, dass meine Bastardlarven bez. ihrer äußeren Form und ihres inneren Baues sich durch eine außerordentlich große Variabilität auszeichnen, und dass sie in ihrer Mannigfaltigkeit eine geschlossene Kette herstellen, welche von der väterlichen zur mütterlichen Form hinüberführt. Die beiden Endglieder dieser Kette sind ungemein ähnlich der väterlichen bez. mütterlichen Larve, während es bei den übrigen Bastardlarven fast keine Eigenschaft giebt, welche sich als ein rein väterliches bez. mütterliches oder auch ein durch die Kombination beider elterlicher Eigenschaften entstandenes Erbstück erklären ließe. Da aber die elterlichen — und besonders die väterlichen — Larven selbst schon eine so überaus große Anzahl variabelster Formen aufweisen, so ist man, vorausgesetzt, dass man die Bastardlarven einzeln einer Untersuchung unterzieht, sehr oft im Zweifel, ob das gefällte Urtheil auch

ein richtiges ist, denn sowohl für die äußere Form als auch für jeden Skelettheil einer Bastardlarve lassen sich meistens mehrere Deutungen gleichzeitig geben.

Ein weiterer Umstand, welcher die Beurtheilung eines Bastards erschwert, ist der, dass väterliche und mütterliche Erbstücke in den Larven meistens ungeordnet neben einander liegen; die eine Skelethälfte kann mehr dem Vater, die andere der Mutter ähnlich sehen, der eine Scheitelstab kann eine schlanke, der andere eine keulige Form aufweisen, der eine Analast kann aus drei parallelen Einzelstäben, der andere aus nur einem einzigen Stabe bestehen. In Folge dessen ist man meistens darauf angewiesen, bei der Beurtheilung eines einzelnen Bastards denselben nicht in seinem gesammten Bau, sondern jeden Skelettheil einzeln zu betrachten, so wie ich es in meiner Abhandlung auch dargethan habe.

Ein ziemlich sicheres Urtheil über die Bastardformen zu fällen, ist mir nur dann möglich gewesen, wenn ich dieselben nicht einzeln betrachtete, sondern wenn ich mir ganze Zuchten derselben oder doch mehrere Individuen derselben Zucht in ihrer Mannigfaltigkeit vor Augen führte. Alsdann wurde es mir in der Regel nicht schwer, über die ganze Zucht in ihrer Gesammtheit ein Urtheil zu fällen, welches sich ohne Weiteres ergab, wenn ich die Häufigkeit in Betracht zog, in welcher gewisse Eigenschaften bei den einzelnen Formen wiederkehrten, und wenn ich bedachte, wie oft ich diese Eigenthümlichkeiten bei väterlichen resp. mütterlichen Larven angetroffen hatte. Tritt z. B. bei den Larven einer Zucht ein doppeltes oder dreifaches Armgerüst sehr häufig auf, ist das Vorkommen von einigen Querbrücken in demselben keine seltene Erscheinung, sind die Scheitelstäbe an den Enden nicht zu stark aufgetrieben, und weisen sie bedeutende Verzweigungen auf, so muss man aus diesem Befunde mit einiger Sicherheit den Schluss ziehen, dass diese Larven, so mannigfaltig sie auch gestaltet sein mögen, in ihrer Gesammtheit viel mehr den mütterlichen als väterlichen Larvenformen ähnlich sehen. Denn gerade weil die Charaktere der einzelnen Bastardlarven so verschieden sind, und es desshalb in der Regel außerordentlich schwierig ist, für die einzelne Form eine absolut sichere Deutung zu geben, so gelingt es oft mit einiger Bestimmtheit, für die ganze Zucht oder doch einen Theil derselben eine zutreffende Erklärung zu finden, da hierbei gewöhnlich die bei der Beurtheilung in Betracht kommenden Eigenschaften der einen Larve diejenigen der anderen ergänzen.

In Fig. 31—35 habe ich Larven dargestellt, welche einer und derselben Zucht entstammen; man sieht hier recht deutlich, welch verschiedenartige Formen sich in einer Zucht finden können, und es wird natürlich nicht schwer, über diese skizzirten Larven in ihrer Gesammtheit ein Gutachten dahin abzugeben, dass bei den in Fig. 32—35 gezeichneten Thieren im Großen und Ganzen mütterliche Eigenschaften prävaliren, während bei der in Fig. 31 dargestellten Larve der väterliche Einfluss der vorherrschende ist. — Dagegen ist es schon weniger leicht, bei den in Fig. 36 und 37 gezeichneten Larven, den Sprösslingen ein und derselben Zucht, mit Sicherheit zu bestimmen, ob väterliche oder mütterliche Eigenschaften dominiren. Ich neige der Ansicht zu, dass mütterliche Vererbungskraft hier die Hauptrolle gespielt hat, jedoch will ich mich eines entscheidenden Gutachtens enthalten, weil sich meinen Ausführungen zufolge auch noch andere Meinungen vertreten ließen.

Meine Ausführungen haben nun gezeigt, dass es durchaus nicht leicht ist, über eine jede Bastardlarve ein sicheres, eindeutiges Urtheil zu fällen, es erwachsen vielmehr dem beurtheilenden Auge in der Regel recht große Schwierigkeiten, und ich muss mich daher voll und ganz dem Urtheile anschließen, welches T. H. Morgan, obschon er die Variabilität der elterlichen, besonders aber der väterlichen Formen noch nicht erkannt hat, über diese Bastardlarven äußert: »These results all go to show how variable is the skeleton in these crossed larvae and how uncertain must be any conclusion based on the evidence of the shape of the skeleton in crossed larvae« (14, pag. 277).

Was ferner die Larven von *Strongylocentrotus lividus* anbetrifft, so lässt sich aus meinen Darlegungen ohne Weiteres der Schluss ziehen, dass dieselben noch viel mehr variiren als die Larven von *Sphaerechinus granularis* und *Echinus microtuberculatus* und desshalb auch noch viel weniger als diese beiden zuletzt genannten Formen zu Kreuzungsversuchen geeignet sind, die über die Vererbung der väterlichen oder mütterlichen Eigenschaften auf den kindlichen Bastard mit Sicherheit Schlüsse zu ziehen gestatten.

Literaturverzeichnis.

1) Seeliger, Bemerkungen über Bastardlarven der Seeigel. 1896. Archiv f. Entwickelungsmech.

2) —— Giebt es geschlechtlich erzeugte Organismen ohne mütterliche Eigenschaften? 1894. Archiv f. Entwickelungsmech. Bd. I.

3) Vernon, The Relations between the Hybrid and Parent Forms of Echinoid Larvae. London 1898. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B. Vol. 190.

4) —— Cross Fertilisation among Echinoids. Archiv f. Entwickelungsmech. Bd. IX. Heft 3.

5) Boveri, Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaften. Berichte d. Ges. f. Morph. u. Phys. München 1889.

6) —— Über die Befruchtungs- und Entwickelungsfähigkeit kernloser Seeigeleier und über die Möglichkeit ihrer Bastardirung. Archiv f. Entwickelungsmechanik. Bd. II. Heft 3.

7) Joh. Müller, Über die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. (4. Abhandlung.) 1852. Echinus lividus: Taf. VI Fig. 7—14, Taf. VII. Sphaerechinus granularis: Taf. VIII Fig. 5—8.

8) —— Über die Gattungen der Seeigellarven. (7. Abhandlung.) 1855. Sphaerechinus granularis: Taf. I.

9) Krohn, Über einige niedere Thiere. Archiv f. Anat., Physiol. u. wissensch. Med., herausg. v. Joh. Müller. 1853.

10) —— Über die Larve des Echinus brevispinosus. Ibid. 1853.

11) —— Beobachtungen über Echinodermenlarven. Ibid. 1854.

12) Curt Herbst, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwickelung der Thiere. II. Theil. Weiteres über die morphologische Wirkung der Lithiumsalze und ihre theoretische Bedeutung. Mittheilungen a. d. Zoolog. Station Neapel. Bd. 11. 1895.

13) Morgan, Experimental Studies on Echinoderm-Eggs. Anatomischer Anzeiger. Bd. IX. 1894.

14) —— The Fertilization of non-nucleated fragments of Echinoderm-Eggs. Archiv f. Entwickelungsmech. Bd. II. 1895.

15) Joh. Müller, Über die Bipinnarien und die Metamorphose der Asterien. Archiv f. Anat., Phys. u. wiss. Med. 1849.

16) Curt Herbst, Über zwei Fehlerquellen beim Nachweis der Unentbehrlichkeit von Phosphor und Eisen für die Entwickelung der Seeigellarven. Archiv f. Entwickelungsmech. Bd. VII. 1898.

17) H. Driesch, Studien über das Regulationsvermögen der Organismen. 2. Quantitative Regulationen bei der Reparation der Tubularia. 3. Notizen über die Auflösung und Wiederbildung des Skelets von Echinidenlarven. Archiv f. Entwickelungsmech. 1899.

18) Curt Herbst, Über die zur Entwickelung der Seeigellarven nothwendigen Stoffe, ihre Rolle und ihre Vertretbarkeit. II. Theil. Die Vertretbarkeit der nothwendigen Stoffe durch andere ähnlicher chemischer Natur. Archiv f. Entwickelungsmech. Bd. XI. 1901.

19) H. Driesch, Die isolirten Blastomeren des Echinidenkeims. Eine Nachprüfung und Erweiterung früherer Untersuchungen. Archiv f. Entwickelungsmechanik. Bd. X. 1900.

20) —— Studien über das Regulationsvermögen der Organismen. 4. Die Verschmelzung der Individualität. Ibid.

21) O. und R. Hertwig, Experimentelle Untersuchungen über die Bedingungen der Bastardbefruchtung. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XIX. N. F. XII.

22. Mortensen-Kopenhagen, Die Echinodermenlarven. Nordisches Plankton, herausg. v. Prof. Dr. Brandt-Kiel. 1901.

23. —— Die Echinodermenlarven der Plankton-Expedition nebst einer systematischen Revision der bisher bekannten Echinodermenlarven. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung. Bd. II. J. 1898.

Erklärung der Abbildungen.

Buchstabenbezeichnungen.

AA	Analarme,	K_4	Analstäbe, in den Analarmen verlaufend,
AO	Oralarme,	K_5	horizontale Seitenstäbe,
a	After,	K_6	abanale Scheitelstäbe, in den Scheitel hinaufsteigend,
d	Darm,	K_7	analer Stab des Scheitelrahmens,
g	Gabelungsstelle der drei ältesten Äste des Kalkskelets (K_1, K_3, K_5),	K_8	laterale Stäbe des Scheitelrahmens,
K_1	Scheitelstäbe, auf der analen Seite liegend,	K_9	abanaler Stab des Scheitelrahmens,
K_2	Oralstäbe, in den Oralarmen verlaufend,	*m*	Mund,
K_3	anale Querstäbe,	*mg*	Magen,
		p	Pigmentzellen,
		W	Wimperschnur.

Tafel I—III.

Die mikroskopischen Vergrößerungen, mit welchen ich die Zeichnungen entworfen habe, sind neben jeder Figur angegeben. — Die Zuchten, welchen die Larven entstammen, habe ich mit verschiedenen Buchstaben bezeichnet und diese neben den einzelnen Erklärungen einer jeden Figur eingetragen, so dass daraus erkenntlich wird, welche Larven einer und derselben Zucht angehören.

Larven von *Strongylocentrotus lividus*. Fig. 1—25.

Fig. 1. Larve von 100 Stunden; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht A. 275/1.

Fig. 2. Larve von 4 Tagen; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht B. 275/1.

Fig. 3. Larve von 4 Tagen; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht C. 275/1.

Fig. 4. Scheitelstab einer 4 Tage alten Larve; von der Analseite aus gesehen. Zucht D. 275/1.

Fig. 5. Scheitelstab einer 120 Stunden alten Larve; von der Analseite. Zucht E. 275/1.

Fig. 6. Scheitelstab einer 4 Tage alten Larve; von der Analseite. Zucht C. 275/1.

Fig. 7. Scheitelstab einer 4 Tage alten Larve; von der Abanalseite. Zucht B. 275/1.

Fig. 8. Scheitelstab einer 103 Stunden alten Larve; von der Analseite. Zucht F. 275/1.

Fig. 9. Scheitelstab einer 4 Tage alten Larve; von der Abanalseite. Zucht B. 275/1.

Fig. 10. Scheitelstab einer 4 Tage alten Larve; von der Analseite. Zucht C. 275/1.

Fig. 11. Scheitelstab einer 4 Tage alten Larve; im Profil. Zucht C. 275/1.
Fig. 12. Scheitelstab einer 4 Tage alten Larve; im Profil. Zucht B. 275/1.
Fig. 13. Scheitelstab einer 4 Tage alten Larve; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht B. 275/1.
Fig. 14. Scheitelstab einer 4 Tage alten Larve; im Profil. Zucht B. 275/1.
Fig. 15. Larve von 4 Tagen; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht D. 275/1.
Fig. 16. Larve von 4 Tagen; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht B. 275/1.
Fig. 17. Analast einer 4 Tage alten Larve; von der Abanalseite. Zucht B. 275/1.
Fig. 18, 19, 20. Dessgl.
Fig. 21. Analast einer 120 Stunden alten Larve; von der Analseite. Zucht E. 275/1.
Fig. 22. Analast einer 4 Tage alten Larve; von der Abanalseite. Zucht C. 275/1.
Fig. 23. Dessgl.; im Profil.
Fig. 24. Dessgl.; von der Abanalseite. Zucht B.
Fig. 25. Analast einer 120 Stunden alten Larve; von der Analseite. Zucht E. 275/1.

Larven von *Sphaerechinus granularis*. Fig. 26—30.

Fig. 26. Larve von $78^1/_2$ Stunden; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht G. 275/1.
Fig. 27. Larve von 4 Tagen; von der Abanalseite. Zucht H. 275/1.
Fig. 28. Abnorme Bildung eines Scheitelrahmens bei einer 95 Stunden alten Larve; von der Scheitelspitze aus gesehen. Zucht G. 480/1.
Fig. 29. Bildung des Scheitelrahmens bei einer 19 Tage alten Larve; Fehlen eines abanalen Scheitelstabes. Von der Abanalseite aus gesehen. Zucht J. 275/1.
Fig. 30. Analast einer 10 Tage alten Larve; von der Abanalseite. Zucht J. 275/1.

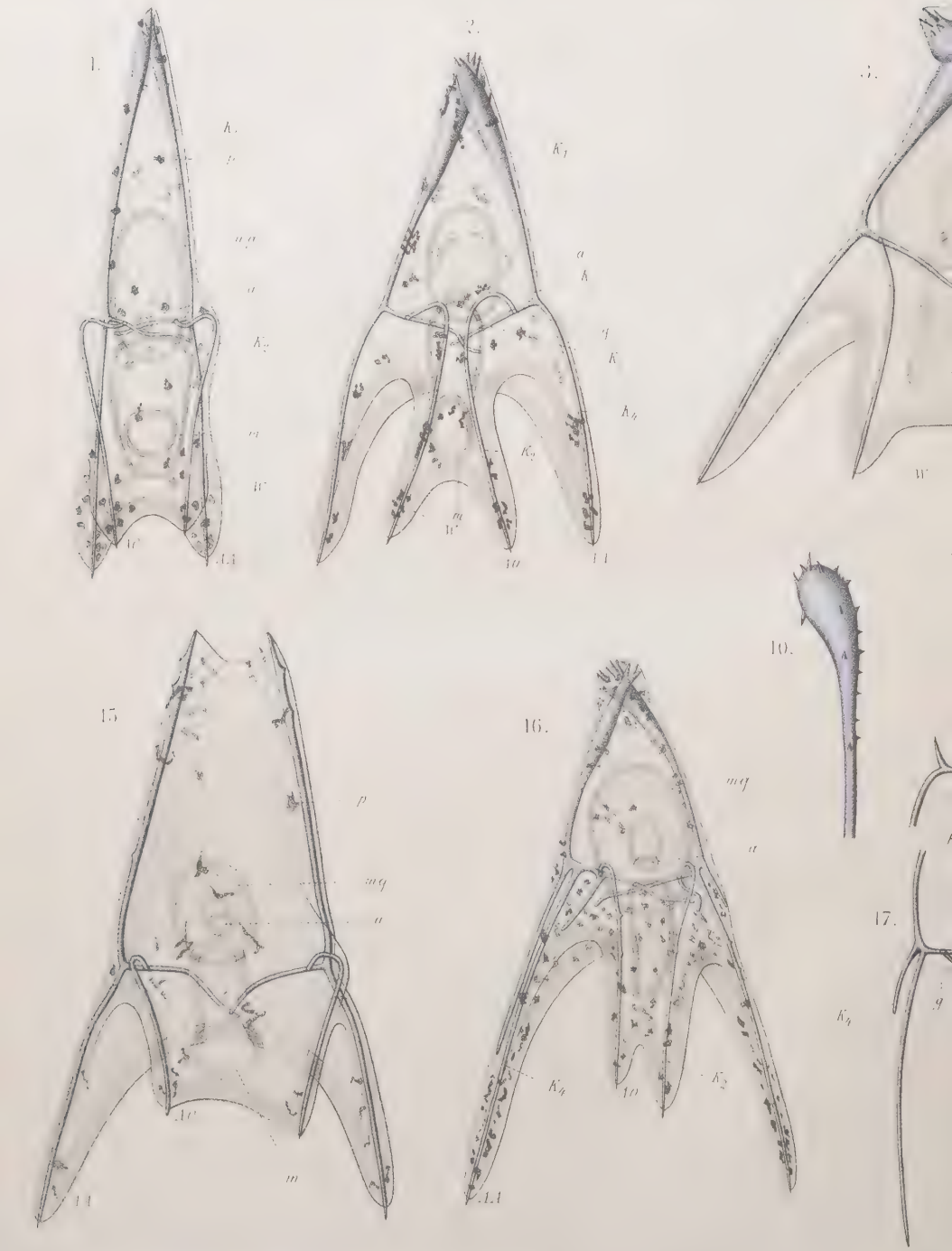
Bastardlarven von *Sphaerechinus granularis* (♀) und *Strongylocentrotus lividus* (♂). Fig. 31—63.

Fig. 31. Larve von 6 Tagen; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht K. 275/1
Fig. 32. Larve von 5 Tagen; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht K. 275/1.
Fig. 33. Larve von 5 Tagen; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht K. 275/1.
Fig. 34. Dessgl.
Fig. 35. Larve von 6 Tagen; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht K. 275/1.
Fig. 36. Larve von 5 Tagen; theils im Profil, theils von der Abanalseite aus gesehen. Zucht L. 275/1.
Fig. 37. Larve von 4 Tagen; theils im Profil, theils von der Analseite aus gesehen. Zucht L. 275/1.
Fig. 38. Scheitelstab einer 7 Tage alten Larve; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht M. 275/1.
Fig. 39. Scheitelstab einer 5 Tage alten Larve; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht K. 275/1.
Fig. 40. Scheitelstab einer 6 Tage alten Larve; von der Analseite. Zucht M. 275/1.
Fig. 41. Scheitelstab einer 6 Tage alten Larve; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht K. 275/1.
Fig. 42. Scheitelstab einer 4 Tage alten Larve; von der Analseite. Zucht L. 275/1.
Fig. 43. Scheitelstab einer 5 Tage alten Larve; von der Analseite. Zucht L. 275/1.
Fig. 44. Scheitelstab einer 4 Tage alten Larve; im Profil. Zucht L. 275/1.

Fig. 45. Scheitelstab einer 4 Tage alten Larve; im Profil. Zucht L. 275/1.
Fig. 46. Scheitelstab einer 8 Tage alten Larve; im Profil. Zucht M. 275/1.
Fig. 47. Scheitelstab einer 5 Tage alten Larve; von der Abanalseite. Zucht L. 275/1.
Fig. 48. Analast einer 5 Tage alten Larve; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht M. 275/1.
Fig. 49. Dessgl.; Zucht K.
Fig. 50. Analast einer 5 Tage alten Larve; von der Analseite. Zucht K. 275/1.
Fig. 51. Dessgl.
Fig. 52. Dessgl.; von der Abanalseite.
Fig. 53. Analast einer 4 Tage alten Larve; im Profil. Zucht M. 275/1.
Fig. 54. Analast einer 5 Tage alten Larve; von der Analseite aus gesehen. Zucht L. 275/1.
Fig. 55, 56. Dessgl.
Fig. 57. Analast einer 7 Tage alten Larve; von der Abanalseite. Zucht M. 275/1.
Fig. 58. Analast einer 4 Tage alten Larve; im Profil. Zucht L. 275/1.
Fig. 59. Analast einer 5 Tage alten Larve; von der Abanalseite. Zucht L. 275/1.
Fig. 60. Analast einer 4 Tage alten Larve; von der Analseite aus gesehen. Zucht L. 275/1.
Fig. 61. Dessgl.; von der Abanalseite.
Fig. 62. Analast einer 5 Tage alten Larve; von der Abanalseite aus gesehen. Zucht L. 275/1.
Fig. 63. Analast einer 4 Tage alten Larve; im Profil. Zucht L. 275/1.

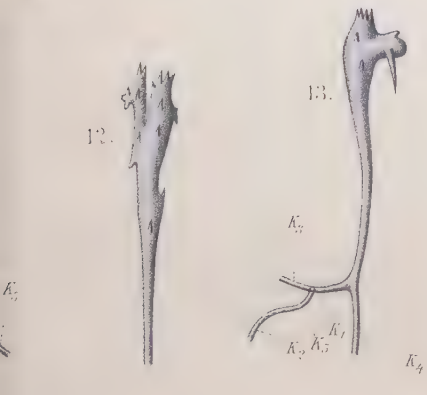
Referent: Prof. Dr. Seeliger.

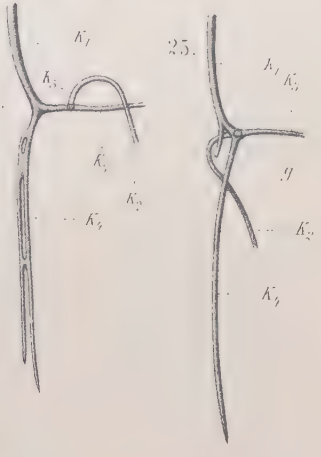
Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

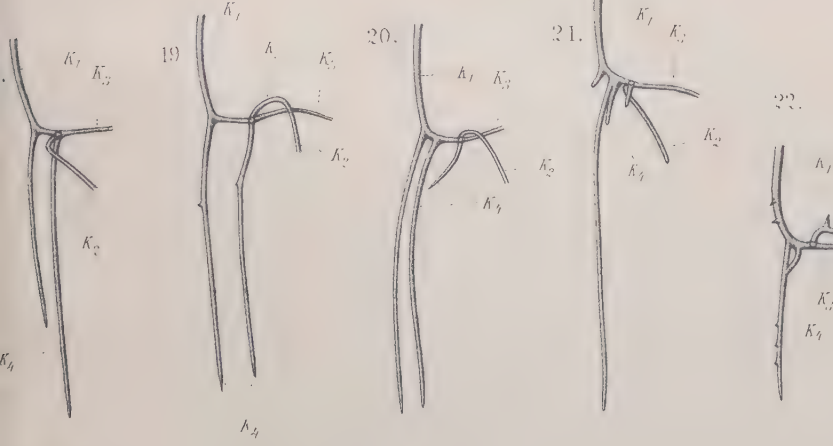

1.
2.
3.
10.
13.
16.
17.

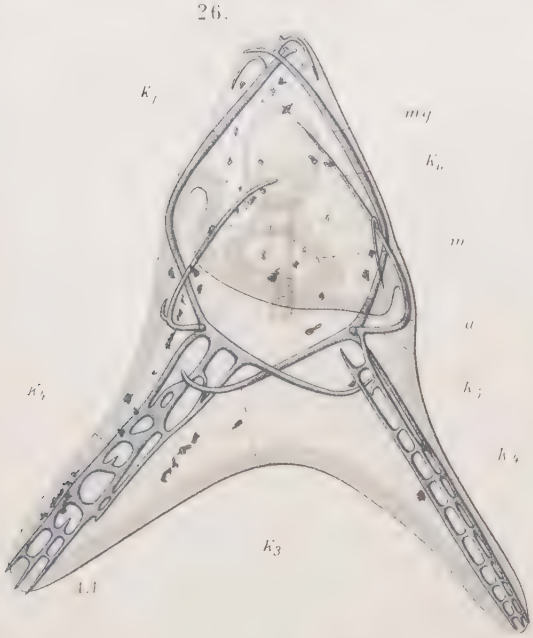
mq
a
K₂
10
11

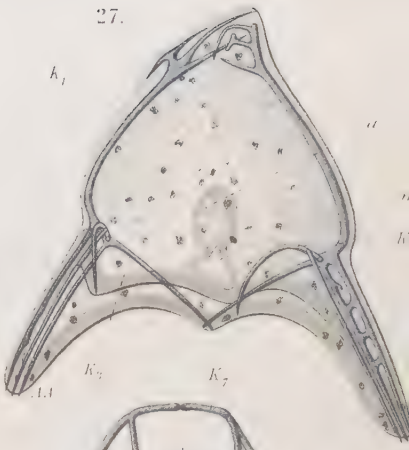
4.
K₁
K₂
5.
K₂
K₁
K₄
K₃
6.
K₁
K₂
7.
K₁
K₂
K₄
8.
K₁
K₂
K₃
9.
K₁
K₂
K₃

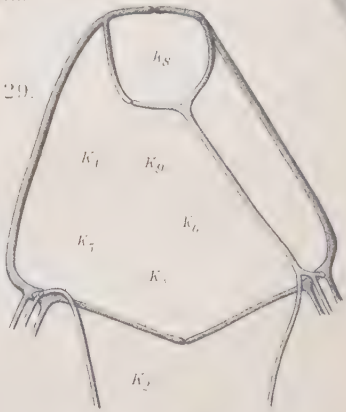

12.
13.
K₂
K₂
K₃
K₁
K₄
14.

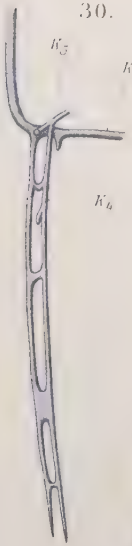

24.
K₁
K₃
K₂
K₄
25.
K₁
K₂
g
K₂
K₄

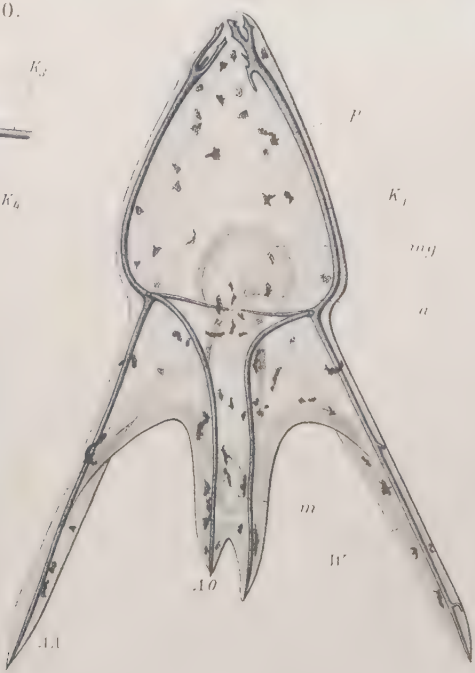

K₁
K₂
K₂
K₄
19
K₁
K₂
K₂
K₄
20.
K₁
K₂
K₂
K₁
21.
K₁
K₂
K₂
K₁
22.
K₁
K₂
K₁
K₂
23.
K₁
K₂
K₃
K₄

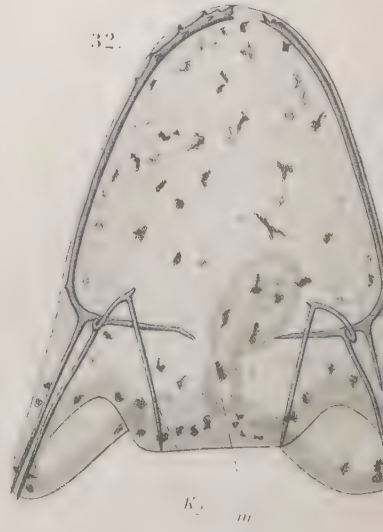

26.
K_1
mq
K_6
m
a
K_5
K_2
K_4
K_3
AA


27.
K_1
a
K_6
K_5
K_2
K_7
AA

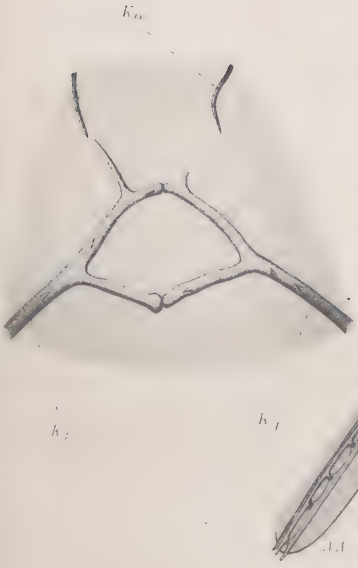

29.
K_8
K_1
K_6
K_7
K_5
K_2


30.
K_3
K_5
K_6

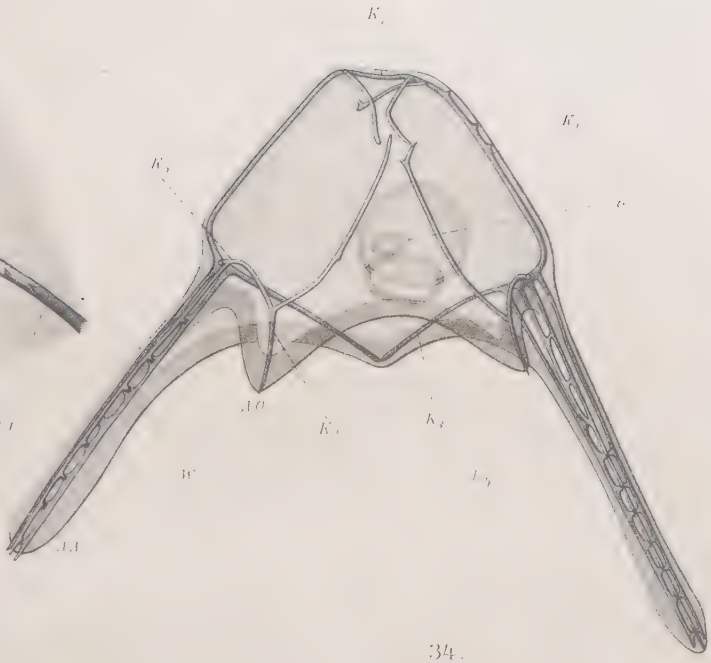

31.
P
K_1
mq
a
m
W
AO
AA


32.
K_1
m

28.

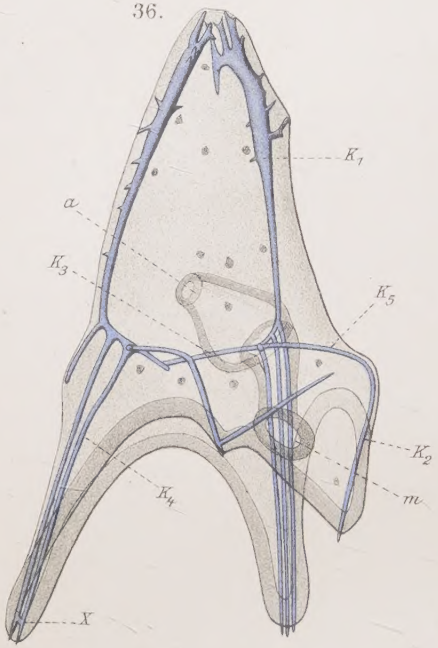


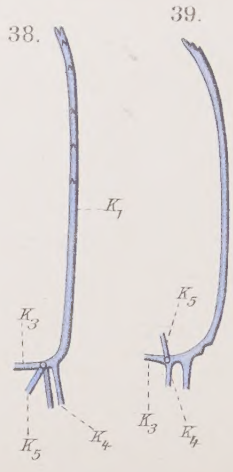
35.

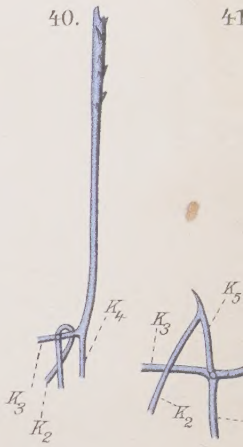


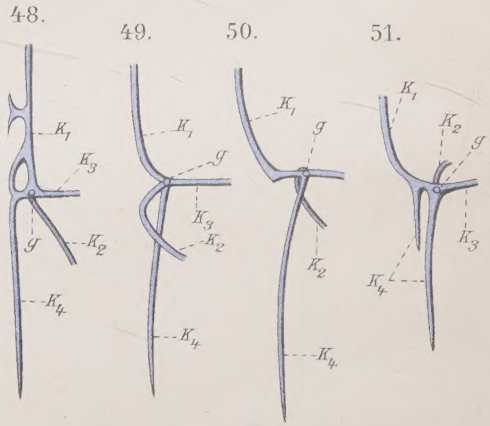
33.

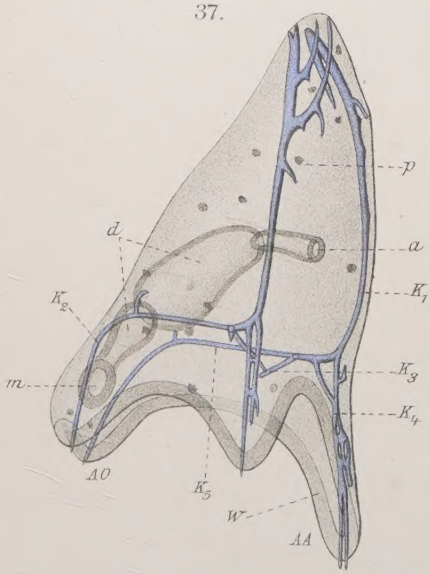
34.

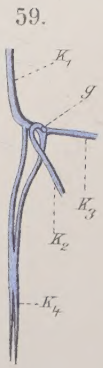

36.
K_1
a
K_3
K_5
K_2
m
K_4
X


38.
39.
K_1
K_3
K_5
K_4
K_5
K_3
K_4


40.
41
K_4
K_3
K_2
K_5
K_3
K_2


48.
49.
50.
51.
K_1
K_3
g
K_2
K_4
K_1
g
K_3
K_2
K_4
K_1
g
K_2
K_4
K_1
K_2
g
K_3
K_4


37.
p
d
a
K_2
K_1
m
K_3
K_4
AO
K_5
W
AA

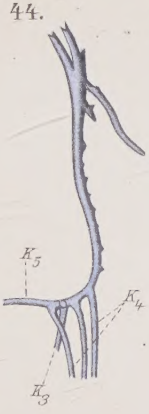

59.
K_1
g
K_3
K_2
K_4

60.
K_1
g
K_4

42.

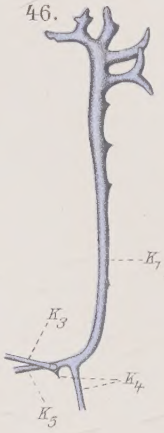
43.

44.



45.

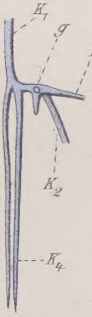
46.



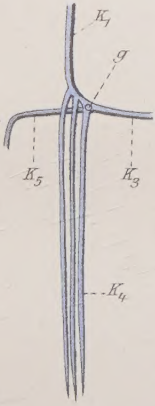
47.

53.

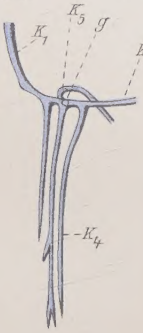
54.



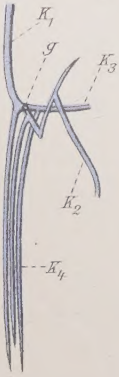
55.



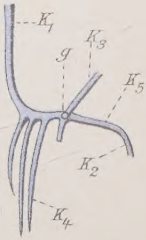
56.



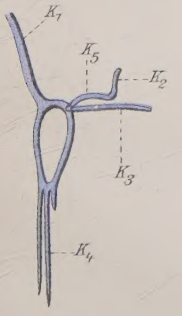
57.



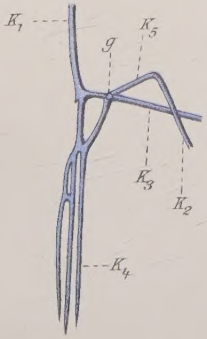
58.



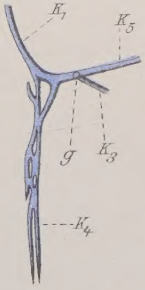
61.



62.



63.



nann in Leipzig.

Lith. Anst. v. F. A. Funke Leipzig.